

Humberto Almansa Carvalho

**ROTEIRO DE ANÁLISE DO IMPACTO DAS MODIFICAÇÕES  
DE PROJETO NA PROGRAMAÇÃO DE OBRAS DE  
EDIFICAÇÕES RESIDENCIAIS MISTAS**

Orientador: Prof. João Carlos Souza, Dr. Eng.

Florianópolis  
2015



Humberto Almansa Carvalho

**ROTEIRO DE ANÁLISE DO IMPACTO DAS MODIFICAÇÕES  
DE PROJETO NA PROGRAMAÇÃO DE OBRAS DE  
EDIFICAÇÕES RESIDENCIAIS MISTAS**

Dissertação apresentada ao  
Programa de Pós-Graduação em  
Arquitetura e Urbanismo do Centro  
Tecnológico da Universidade Federal  
de Santa Catarina, como um dos  
requisitos para obtenção do título de  
Mestre em Arquitetura e Urbanismo.

Orientador: Prof. João Carlos Souza, Dr. Eng.

Florianópolis  
2015

Carvalho, Humberto Almansa

Roteiro de análise do impacto das modificações de projeto na programação de obras de edificações residenciais mistas / Humberto Almansa Carvalho ; orientador, João Carlos Souza - Florianópolis, SC, 2015.

267 p.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico. Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo.

Inclui referências

1. Arquitetura e Urbanismo. 2. Edificação multifamiliar e mista. 3. Modificação de projetos. 4. Impacto na programação de obras. 5. Sistema construtivo tradicional. I. Souza, João Carlos. II. Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo. III. Título.



Humberto Almansa Carvalho

**ROTEIRO DE ANÁLISE DO IMPACTO DAS MODIFICAÇÕES  
DE PROJETO NA PROGRAMAÇÃO DE OBRAS DE  
EDIFICAÇÕES RESIDENCIAIS MISTAS**

Esta dissertação foi julgada para a obtenção o Título de Mestre e aprovada em sua forma final pelo Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Santa Catarina.

Florianópolis, 11 de fevereiro de 2016.

---

Fernando Barth Dr.  
Coordenador do Curso

Banca Examinadora:

---

João Carlos Souza, Dr. Eng.  
Orientador  
Universidade Federal de Santa Catarina

---

Lisiane Ilha Librelotto, Dr<sup>a</sup>. Eng.  
Universidade Federal de Santa Catarina

---

Martin Ordenes Mizgier, Dr. Eng.  
Universidade Federal de Santa Catarina

---

Cristine do Nascimento Mutti, Dr<sup>a</sup>. Eng.  
Universidade Federal de Santa Catarina  
Departamento de Engenharia Civil



Dedico este trabalho à minha família,  
e especialmente à minha filha,  
por vários momentos juntos que foram sacrificados,  
para alcançar este objetivo.



## AGRADECIMENTOS

Quero agradecer ao meu orientador Dr. João Carlos Souza, que já havia sido membro da banca examinadora no meu TCC na Arquitetura e Urbanismo – UFSC, por ter me acolhido como orientando e contribuir com sua experiência conduzindo meus passos neste trabalho.

À professora Dr<sup>a</sup>. Lisiane Ilha Librelotto, que teve um papel muito importante no meu estágio docência e neste trabalho, colaborando, incondicionalmente, em minha pesquisa e dispondo de seu tempo para fazer análises críticas construtivas, que muito contribuíram para esta dissertação.

Ao meu pai Benjamin e minha mãe Iara, pelos exemplos de trabalho, perseverança, sempre incentivando a trilhar a busca pelo conhecimento e pela formação intelecto-cultural.

À minha esposa Deise pela demonstração de persistência, mesmo em momentos difíceis e de crise demonstrou otimismo para continuar seguindo em frente com os objetivos traçados.

À minha filha Paula, por seguir caminhando com seus passos, focando suas energias para os estudos, esportes e formação de valores, mesmo nos períodos que me ausentei.

À minha irmã Georgia, por ter colaborado, cuidando de minha filha durante os vários momentos em que estive ausente, durante minhas idas e vindas para Florianópolis.

Aos meus sogros Abeude e Ana, pela atenção, cuidado e carinho que deram à minha filha Paula durante o tempo em que me dediquei aos meus estudos, não somente no programa de pós-graduação, mas também, no curso de graduação da engenharia civil.

Ao professor Paulo A. Mendes da Rocha, por suas recomendação, que contribuiu para meu ingresso no programa do PósARQ, pelas conversas que ajudaram na formação de minha visão profissional e por suas opiniões que, ajudaram a ampliar minha visão de arquitetura em um âmbito universal.

À professora e coordenadora do curso de engenharia civil – ESUCRI Graziela Olivo Fermo, por ter me incentivado em aplicar meu potencial no campo acadêmico, fortalecendo na minha decisão em fazer o mestrado.

Ao professor do Departamento de Computação da Universidade Federal de Santa Catarina Rafael Luiz Cancian, amigo incondicional, que acompanhou o processo de amadurecimento de meu trabalho durante o período em que estive no programa do pósARQ, me aconselhando, criticando e me ajudando em momentos adversos.

Aos professores que participaram da banca examinadora Dr<sup>a</sup>. Cristine do Nascimento Mutti, que já havia sido minha professora no programa de pós-graduação em Nível de Especialização na Construção Civil, e que foi grande referência nesta pesquisa, ao Dr. Martin Ordenes Mizgier, por suas recomendações, que foram primordiais no refinamento de meu trabalho.

Aos professores do PósARQ – UFSC Dr. Ayrton Portilho Bueno, Dr. Arnoldo Debatin Neto, Dr. Fernando Barth, PhD. Humberto Ramos Roman, e PhD. Roberto de Oliveira.

Aos professores do departamento de Engenharia Civil – UFSC, Dr. Ivo José Padaratz, por seus conselhos valiosos na estruturação de meu trabalho, Dr. Philippe Jean Paul Gleize, pelo material disponibilizado, que ajudou no referencial teórico da pesquisa; do departamento de Design – UFSC, Dr. Paulo Cesar Machado Ferrolí.

Aos professores do curso de graduação em engenharia civil – ESUCRI Msc. Bruno Rommel C. Sartori, Msc. Daiani Lodete Pirola, Dr. Erlon Mendes, Msc. Jorge Luiz Laureano e ao arquiteto Esp. em Eng. Civil Tadeu Vassoler.

À colega Msc. Sônia Soares, doutoranda da PósARQ – UFSC por ter contribuído ao ler e revisar vários trechos de meu trabalho, dando sugestões construtivas e dignas de um professor de pós-graduação em arquitetura, e também, por disponibilizar o seu equipamento para minha qualificação e defesa, quando meu computador pessoal apresentou problemas.

Aos colegas da Pós ARQ UFSC que acrescentaram de alguma forma para meu trabalho, dos quais posso destacar aos mestrandos Claudione F. de Medeiros, Pedro Fonseca e a Mestre e doutoranda Cláudia por terem compartilhado ideias que ajudaram para a elaboração de meu trabalho.

Ao Engenheiro Emerson Padoin, por toda atenção dispensada e por ter me aproximado daqueles profissionais que me deram a chance de desenvolver a pesquisa deste trabalho na construtora.

Ao Engenheiro Luiz Antônio Cechinel Jr., gerente de engenharia da construtora, que me abriu as portas me dando autonomia para realizar uma pesquisa transparente, com resultados legítimos, sem nenhuma restrição.

Aos engenheiros Rodrigo Mendes, Robson S. Luiz e Rogério D. Zanette.

Aos colegas do curso de engenharia civil da ESUCRI, especialmente aos colegas Luiz F. Zanoni, Luan Varela, Giane Farias, Monique R. Girardi (Engenharia de Produção Civil), Ana Paula Buratti e Fernando F. Biava que me auxiliaram com as disciplinas da graduação, durante o período mais difícil do meu trabalho no mestrado.

Aos meus amigos Jefte Zanata, Marcelo Katayose e Kelson, por terem acompanhado esta minha jornada, terem me dado apoio nos momentos difíceis.

Ao Michel Francisco e Marcos, que acompanharam a etapa final da minha pesquisa e durante as conversas, recebi palavras de motivação e otimismo.

A todos que, de uma forma ou de outra, incentivaram este trabalho de dissertação, os meus sinceros agradecimentos.





Nós não estamos prontos, e não desejamos estar prontos.  
Contamos com esse eterno inacabamento.  
Você nasce e sabe que vai morrer.  
E por que você não fica desanimado?  
O que é essa animação?  
É a certeza de que não nascemos para morrer;  
Nascemos para começar.

Paulo A. Mendes da Rocha



## RESUMO

A modificação de projeto de edificações somada às customizações de respectivas unidades habitacionais durante a execução tem afetado o planejamento e a programação da obra de edifícios residenciais mistos. Estas modificações podem ser causadas por diferentes agentes vinculados à construção destas edificações, dos quais se destacam: projetistas, construtora e clientes. Estes agentes ou intervenientes interferem no planejamento da obra por diferentes razões: alteração no escopo do projeto original como estratégia da empresa para atender necessidades do mercado não previstas na concepção, correção de falhas no projeto e adaptação da unidade residencial ou comercial para atender os anseios dos clientes. Esta dissertação trata das modificações e respectivos impactos na programação de obras em edifícios mistos que adotam o sistema construtivo tradicional e planejamento sequencial através de um roteiro de análises. Na fase de revisão teórica da pesquisa, foi analisado contexto histórico, econômico e cultural do sistema construtivo tradicional em edificações adotadas no mercado imobiliário. Analisou-se as características do planejamento e obra de modo a compreender o fenômeno das modificações. Então, listaram-se diferentes métodos e ferramentas existentes que podem contribuir na elaboração do roteiro de análise do impacto das modificações. De forma a estruturar o roteiro de análise foram selecionados princípios de três métodos selecionados desta lista: Método baseado em precedentes, Raciocínio baseado em casos e Método de Lichtenstein. Este roteiro conta com a sistematização de procedimentos de levantamento de dados, investigação de campo e análise de resultados com o objetivo de identificar as modificações mais relevantes para desenvolver um banco de dados com informações aplicáveis em futuros empreendimentos. Foi aplicado em três estudos de casos localizados em Criciúma e Palhoça, permitindo avaliar as modificações que mais causaram impacto em relação à demolição de obra, execução não prevista e eliminação de serviços desnecessários. Este estudo encontrou que as modificações relacionadas com as estratégias da empresa podem ser benéficas e aqueles envolvendo a concepção em sua maioria tem origem disruptivas. Além disso, aquelas causadas por falha de projeto representam o maior impacto econômico, enquanto a customização é repensável pela mobilização do corpo técnico, administrativo e consultores.

Atualmente, a participação do arquiteto é requisitada majoritariamente para a fase de concepção, os demais engenheiros de projeto participam em modificações de obra ficando a responsabilidade da gestão de projetos para o engenheiro de obras. Portanto, a inclusão de um gestor de projetos apoiado em um manual de procedimentos de projeto estruturado em um banco de dados com registros das obras poderia reduzir o impacto das modificações na programação de futuros empreendimentos.

**Palavras-chaves:** edificação multifamiliar mista, modificação de projetos, impacto na programação de obras, sistema construtivo tradicional.

## ABSTRACT

The buildings design modification and customizations of its residential units during construction phase have been affecting the mixed-use residential buildings construction planning and schedule. These changes may be caused by different agents related to the construction of these buildings, which include: designers, construction companies and customers. These agents or actors interfere on the construction planning for different reasons: change in scope of the original project as Company Strategy to fit meet certain market trend not provided in the design, fixing design mistakes and adaptation of units to meet the customer's needs. This dissertation deals with the changes and their impact on the construction planning and schedule at mixed-used residential buildings designed at traditional construction system (reinforced concrete structure and masonry wall) and sequential linear design applying analysis script. In the phase of theoretical research review, we analyzed the historical, economic and cultural context for the traditional construction system building at real estate market. The design and construction characteristics were analyzed to understand the design changing phenomenon at construction phase. So, different methods and tools that would contribute to the development of analyses of changing impact script were listed. In order to structure the analysis script it was selected from the list three methods principles: Precedent-Based Analysis, Case-Based Reasoning Paradigma and Lichtenstein's Method. This script includes data collection systematization, field research and analysis of results in order to identify the most relevant modifications to develop a database record applicable at future construction endeavors. It was applied in three cases located in Criciúma and Palhoça in order to evaluate the most impacting modifications at demolition work, unplanned implementation and elimination of unnecessary services. This study found that modifications related to the company strategies can be beneficial and those involving conceptions mostly are disruptive. Furthermore, those caused by design flaw represent the largest economic impact, while customization is accepted as responsible for additional service of administrative agents and technical consults. Currently, the architect attributes are mostly required at the design conception phase, the design engineers get more involved with construction modifications at construction phase being the construction engineer responsible for the project management. Therefore, a project manager participation supported by a manual including design procedures in a database with records of the

works would reduce the impact of changes in programming future endeavors.

Key-words: mixed-uses residential building, design modification, construction management.

## SUMÁRIO

1	<b>INTRODUÇÃO</b>	33
1.1	CONTEXTUALIZAÇÃO	33
1.2	PROBLEMÁTICA	33
1.3	QUESTÃO DA PESQUISA	39
1.4	OBJETIVOS	40
1.4.1	<b>Objetivo geral</b>	40
1.4.2	<b>Objetivos específicos</b>	40
1.5	JUSTIFICATIVA	41
1.6	DELIMITAÇÕES	42
1.7	LIMITAÇÕES	43
1.8	ESTRUTURA DO TRABALHO	44
2	<b>SISTEMAS CONSTRUTIVOS NO BRASIL</b>	45
2.1	PERSPECTIVA HISTÓRICA SOBRE A CONSTRUÇÃO NO BRASIL	45
2.1.1	<b>Setor de Edificações</b>	47
2.2	SISTEMAS CONSTRUTIVOS MAIS ADOTADOS NO BRASIL	48
2.2.1	<b>Sistemas construtivos adotados em edificações</b>	49
2.2.1.1	Alvenaria estrutural	50
2.2.1.2	Pré-fabricado em aço	51
2.2.1.3	Pré-fabricado em concreto	51
2.2.1.4	Construção tradicional	52
2.3	CONSTRUÇÃO TRADICIONAL NO SETOR IMOBILIÁRIO DO BRASIL	54
3	<b>PLANEJAMENTO: CONCEPÇÃO E PROJETAÇÃO</b>	57
3.1	ETAPAS	57
3.1.1	<b>Pré-projetação ou concepção</b>	58
3.1.2	<b>Projetação</b>	59
3.1.3	<b>Pós-projetação</b>	60
3.2	IMPORTÂNCIA DO PROJETO	60
3.3	GESTÃO DO PROJETO	62
3.3.1	<b>Coordenação</b>	63
3.3.2	<b>Racionalização</b>	64
3.3.3	<b>Construtibilidade</b>	64
3.3.4	<b>Comunicabilidade</b>	65
3.3.5	<b>Compatibilidade</b>	65
3.4	NORMAS E LEIS	66
3.4.1	<b>Plano diretor</b>	66

3.4.2	<b>Nsci</b> .....	67
3.4.3	<b>Nbr 9050</b> .....	68
3.4.4	<b>Normas de Projeto</b> .....	68
3.4.2.2	Nbr 10068: Folha de leiaute e dimensões – padronização .....	68
3.4.2.3	Nbr 13531: Elaboração de projetos de edificações – atividades técnicas.....	69
3.4.2.4	Nbr: 13532: Elaboração de projetos de edificações – arquitetura .....	69
3.5	<b>ANÁLISE CRÍTICA</b> .....	69
3.5.1	<b>Etapas</b> .....	70
3.5.2	<b>Importância</b> .....	70
3.5.3	<b>Gestão</b> .....	71
3.5.4	<b>Disposição legal e normativa</b> .....	72
4	<b>MODIFICAÇÕES DE PROJETOS</b> .....	73
4.1	<b>CARACTERÍSTICAS</b> .....	73
4.2	<b>ORIGENS E CAUSAS</b> .....	74
4.3	<b>RESPONSÁVEIS</b> .....	76
4.3.1	<b>Usuários</b> .....	78
4.3.2	<b>Construtoras</b> .....	78
4.3.3	<b>Projetistas</b> .....	79
4.4	<b>ATRIBUIÇÃO DA RESPONSABILIDADE</b> .....	80
4.5	<b>INSTRUMENTOS DE CONTROLE EM OBRA</b> .....	81
4.5.1	<b>Registro de não conformidade – RNC</b> .....	82
4.5.2	<b>As-built</b> .....	82
4.5.3	<b>Diário de obra</b> .....	83
4.5.4	<b>Fichas de vistoria</b> .....	83
4.5.5	<b>Manual de procedimentos</b> .....	83
4.6	<b>CONSEQUÊNCIAS</b> .....	84
4.6.1	<b>Fase de planejamento</b> .....	84
4.6.2	<b>Fase de execução</b> .....	85
4.6.3	<b>Fase de uso</b> .....	86
5	<b>REVISÃO SOBRE FERRAMENTAS E MÉTODOS EXISTENTES</b> .....	89
5.1	<b>BIM</b> .....	89
5.2	<b>CHANGE MANAGEMENT SYSTEM – CMS</b> .....	90
5.3	<b>CÍRCULO PDCA</b> .....	91
5.4	<b>CUSTOMIZAÇÃO EM MASSA</b> .....	92
5.5	<b>DIAGRAMA CAUSA-EFEITO</b> .....	92
5.6	<b>DESIGN FOR ASSEMBLY &amp; DESIGN FOR MANUFACTURING</b> .....	93



5.7	DIAGRAMA DE PARETO .....	93
5.8	DYNAMIC PLANNING AND CONTROL METHODOLOGY – DPM .....	93
5.9	ENGENHARIA SIMULTÂNEA E PROJETO INTEGRADO .....	93
5.10	FMEA – MODO/TIPO DE FALHAS E ANÁLISES DE EFEITOS.....	94
5.11	GUT – GRAVIDADE/URGÊNCIA/TENDÊNCIA .....	94
5.12	MÉTODO BASEADO EM PRECEDENTES .....	95
5.13	MÉTODO DE LICHTENSTEIN .....	95
5.14	MÉTODO DE PAHL E BEITZ .....	97
5.15	PERT - CPM .....	97
5.16	RBC – RACIOCÍNIO BASEADO EM CASOS.....	97
6	MÉTODO, FERRAMENTAS E TÉCNICA DA PESQUISA .....	101
6.1	CONSIDERAÇÕES GERAIS SOBRE O ROTEIRO DE ANÁLISE.....	102
6.2	ESTRUTURAÇÃO DO ROTEIRO.....	103
6.2.1	<b>Premissas do Método Baseado em Precedentes .....</b>	104
6.2.2	<b>Modelo de Análise a partir do RBC.....</b>	105
6.2.3	<b>Método de investigação adaptado de Lichtenstein .....</b>	106
6.3	ETAPAS DO ROTEIRO.....	107
6.3.1	<b>Delimitação do Registro da Modificação.....</b>	107
6.3.2	<b>Estudo Preliminar .....</b>	108
6.3.2.1	Contextualização dos E.C.....	108
6.3.2.2	Contextualização dos Registros.....	109
6.3.2.3	Mapeamento dos registros.....	110
6.3.3	<b>Identificação dos registros .....</b>	110
6.3.3.1	Composição do formulário de vistoria .....	110
6.3.3.2	Pesquisa de Campo.....	121
6.3.4	<b>Análise de dados .....</b>	122
6.3.5	<b>Conduta baseada em precedentes.....</b>	123
6.3.6	<b>Registro do caso.....</b>	124
7	APLICAÇÃO DO ROTEIRO NOS ESTUDOS DE CASO .....	127
7.1	ESTUDO PRELIMINAR.....	127
7.1.1	<b>Contextualização da empresa.....</b>	127
7.1.1.1	Gestão de planejamento - concepção .....	129
7.1.1.2	Gestão de planejamento – projetos.....	129
7.1.1.2	Gestão de obras .....	130

7.1.2	<b>Contextualização dos estudos de caso</b> .....	130
7.1.2.1	Estudo de caso 01.....	130
7.1.2.2	Estudo de caso 02.....	131
7.1.2.3	Estudo de caso 03.....	132
7.1.2.2	Análise de similaridades .....	133
7.1.3	<b>Contextualização dos registros</b> .....	134
7.1.3.1	Dados Coletados .....	135
7.1.3.2	Coleta de documentos .....	136
7.1.3.3	Vistoria.....	136
7.1.3.4	Anamnese.....	136
7.1.3.5	Mapeamento dos registros.....	136
7.2	<b>PESQUISA DE CAMPO</b> .....	137
7.2.1	<b>Software adotado no formulário de vistoria</b> .....	137
7.2.2	<b>Procedimentos realizados durante a pesquisa</b> .....	137
7.2.3	<b>Exemplo 01 (Registro n° 65 –E.C. 01)</b> .....	138
7.2.4	<b>Exemplo 02 (Registro n° 04 – E.C. 02)</b> .....	146
7.2.5	<b>Exemplo 03 (Registro n° 75 – E.C. 01)</b> .....	153
7.2.6	<b>Exemplo 04 (Registro n° 33 – E.C. 02)</b> .....	160
7.4	<b>ANÁLISE DE DADOS</b> .....	167
7.4.1	<b>Identificação</b> .....	168
7.4.2	<b>Localização</b> .....	170
7.4.3	<b>Quantificação</b> .....	171
7.4.4	<b>Intervenientes e projetos associados à modificação</b> .....	180
7.4.5	<b>Impacto na programação – Paralisação</b> .....	182
7.4.6	<b>Impacto na programação – Acompanhamento técnico</b> ...	184
7.4.7	<b>Avaliação do impacto para as características com maior incidência na modificação</b> .....	187
7.5	<b>CONDUTA BASEADA EM PRECEDENTES</b> .....	192
7.5.1	<b>Proposta para redução de desperdício gerado pela demolição</b> .....	192
7.5.2	<b>Proposta para redução de custos causados por execução não prevista no planejamento</b> .....	195
7.5.3	<b>Proposta para potencializar a economia gerada pela remoção de componentes</b> .....	197
7.5.4	<b>Proposta para redução de paralisação de trabalho na obra</b> .....	199
7.5.5	<b>Proposta para redução de mobilização do corpo técnico, administrativo e demais agentes externos vinculados ao empreendimento</b> .....	202

7.6	REGISTRO DE CASO .....	203
8	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	209
8.1	CONTRIBUIÇÃO DO TRABALHO .....	211
8.2	SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....	213
	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	214
	<b>APÊNDICES</b> .....	235
	<b>ANEXOS</b> .....	271



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Setor de edificações na segmentação geral da cadeia da construção.....	47
Figura 2	Representação gráfica das fases do processo de projeto de edificações.....	58
Figura 3	Esquema genérico do um processo sequencial de projeto de edifícios e respectivos agentes.....	70
Figura 4	Principais intervenientes envolvidos no processo construtivo.....	77
Figura 5	Escada enclausurada alterada para escada pressurizada. ...	85
Figura 6	Projetos arquitetônico, preventivo e execução do hidrante na circulação.....	86
Figura 7	Imagem de sala comercial com pilares dispostos no espaço de uso.....	87
Figura 8	Falha no dimensionamento e detalhamento correspondendo ao retrabalho e desperdício.....	88
Figura 9	Organograma do CMS baseado em 5 princípios.....	91
Figura 10	Método de Lichtenstein aplicado em manifestações patológicas.....	96
Figura 11	Raciocínio Baseado em Casos – RBC, Modelo de Syrciad .....	98
Figura 12	Raciocínio Baseado em Casos – RBC - Modelo de Alvares .....	99
Figura 13	Esquema das etapas da pesquisa. ....	101
Figura 14	Solução de problema através de associações. ....	102
Figura 15	Premissas adaptado do método baseado em precedentes. ....	104
Figura 16	Estrutura do roteiro adaptado do método RCB. ....	105
Figura 17	Método adaptado de Lichtenstein para investigação e diagnóstico. ....	106
Figura 18	Organograma da empresa atualizado em 10/2014. ....	128
Figura 19	Estudo de caso 01 localizado em Criciúma.....	131
Figura 20	Estudo de caso 02 localizado em Criciúma.....	132
Figura 21	Estudo de caso 03 localizado em Palhoça.....	133
Figura 22	Modificação do <i>shaft</i> elétrico, foto tirada do apto 103. ..	138
Figura 23	Projetos arquitetônico e elétrico.....	139
Figura 24	Rampa vista do pavimento garagens.....	146
Figura 25	Imagem vista de dentro de um apartamento customizado .....	154
Figura 26	Parede removida dos aptos final 1,4 e 5.....	161

Figura 27	Projeto arquitetônico – modificação de parede.....	161
-----------	--	-----

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1	Setores e áreas prioritárias de Santa Catarina por mesorregião. ....	34
Quadro 2	Anexo 10 do P.M.C. - Parâmetros de Uso e Ocupação do Solo Municipal. ....	67
Quadro 3	Estrutura do formulário aplicado no método. ....	112
Quadro 4	Etapas do roteiro de avaliação do impacto das modificações .....	125
Quadro 5	Similaridades entre E.C. ....	134
Quadro 6	Documentos coletados. ....	135
Quadro 7	Formulário aplicado no Registro nº 65. ....	140
Quadro 8	Formulário aplicado no Registro nº 04. ....	147
Quadro 9	Formulário aplicado no Registro nº 75. ....	154
Quadro 10	Formulário aplicado no Registro nº 33. ....	162
Quadro 11	Custos gerados e gastos evitados. ....	175
Quadro 12	Características das modificações em relação aos custos e economia. ....	188
Quadro 13	Características das modificações em relação a paralisação .....	190
Quadro 14	Características das modificações em relação mobilização .....	191
Quadro 15	Características mais significativas x demolição. ....	192
Quadro 16	Interpolação das características x demolição. ....	193
Quadro 17	Características mais significativas x execução. ....	195
Quadro 18	Interpolação das características x execução. ....	195
Quadro 19	Características mais significativas x remoção. ....	197
Quadro 20	Interpolação das características x remoção. ....	198
Quadro 21	Características mais significativas x paralisação. ....	200
Quadro 22	Interpolação das características x paralisação. ....	200
Quadro 23	Características mais significativas x mobilização. ....	202
Quadro 24	Interpolação das características x mobilização técnica e administrativa. ....	203
Quadro 25	Registros de caso referente aos impactos mais significativos. ....	204





## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1	Métodos construtivos predominantes no Brasil. ....	50
Gráfico 2	Principais fatores que limitam o uso de novos processos construtivos. ....	55
Gráfico 3	Grau de influência das fases sobre a vida útil da edificação .....	62
Gráfico 4	Causas das modificações nos projetos. ....	76
Gráfico 5	Setores da construção onde a empresa atua.....	128
Gráfico 6	Origem das modificações. ....	168
Gráfico 7	Elementos modificados. ....	169
Gráfico 8	Ambientes alterados. ....	171
Gráfico 9	Percentual de atividades envolvidas frente ao total de modificações.....	173
gráfico 10	Custos dos itens demolidos. ....	177
Gráfico 11	Custos dos itens executados. ....	178
Gráfico 12	Economia dos itens removidos.....	179
Gráfico 13	Status dos projetos relacionados à modificação. ....	181
Gráfico 14	Período e abrangência da paralisação.....	183
Gráfico 15	Participação técnica e administrativa. ....	185
Gráfico 16	Projetos relacionados ao principal impacto de demolição .....	194
Gráfico 17	Projetos relacionados ao principal impacto de execução .....	196
Gráfico 18	Projetos relacionados ao principal impacto de execução .....	199
Gráfico 19	Projetos relacionados ao principal impacto de paralisação .....	201



## LISTA DE ABREVIATURAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ASBEA	Associação Brasileira de Escritórios de Arquitetura
BIM	<i>Building Information Modeling</i>
CAD	<i>Computer Aided Design</i>
CBR	<i>Case-Based Reasoning Paradigma</i>
CBIC	Câmara Brasileira da Indústria da Construção
CDC	Código de Defesa do Consumidor
CIB	<i>Conseil International du Bâtiment</i>
CII	<i>Construction Industry Institute</i>
CONFEA	Conselho Federal de Engenharia e Arquitetura
CMS	<i>Change Management System</i>
CPM	<i>Critical Path Method</i>
DFA e DFM	<i>Design for Assembly e Design for Manufacture</i>
DPM	<i>Dynamic Planning And Control Methodology</i>
EC	Estudo de Caso
FIESC	Federação do Comércio do Estado de Santa Catarina
FMEA	Modo/tipo de Falhas e Análises de Efeitos
GUT	Gravidade, Urgência e Tendência
IBAPE	Instituto Brasileiro de Perícia
ISO	<i>International Organization for Standartization</i>
INMETRO	Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia
NSCI	Norma de Segurança Contra Incêndio
RNC	Relatório de Não Conformidade
PBPQ-H	Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat
PDCA	<i>Plan, Do, Check and Act</i>
PERT	<i>Program Evaluation and Review Technique</i>
PMC	Plano Municipal de Criciúma
RBC	Raciocínio Baseado em Casos
SAT	Sistema de Análise Técnicas
SCI	Sistema de controle de incêndios
SIAC	Sistema de Avaliação da Conformidade de Empresas de Serviços e Obras
TCPO	Tabela de Composição de Preços para Orçamento



## 1 INTRODUÇÃO

O trabalho trata da aplicação de um roteiro de análise para avaliação do impacto de modificações de projetos durante a fase de execução da obra. Entende-se como modificação, qualquer alteração de elementos construtivos e ambientes construídos no escopo da obra após a definição do projeto final. Estas alterações, independentemente da motivação, podem interferir na programação da obra em diferentes contextos incluindo cronograma, material e serviços.

### 1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO

O método de análise do impacto de modificações de projetos nos elementos construtivos e ambientes construídos durante a execução da obra foi elaborado a partir da adaptação de três métodos: Método Baseado em Precedentes, este método se apoia na ideia em que a maioria dos problemas de projeto apresenta similaridades com outros precedentes; Método de Lichtenstein, aplicável para o caso dos edifícios que apresentam problemas patológicos e necessitam de uma avaliação para intervenção; e, RBC – Raciocínio Baseado em Casos, modelo de resoluções de problemas humanos onde futuros problemas são resolvidos através do resgate e adaptações de problemas anteriores.

Este roteiro, adaptado dos três métodos citados, se propõe a identificar, classificar e analisar as modificações nos elementos construtivos e ambientes construídos conforme sua relevância em relação à programação da obra. Esta relevância inclui a intensidade do impacto no desempenho do produto e o desperdício de materiais e trabalho. Assim, ao associar o impacto da modificação com respectivas origens, causas e responsáveis por cada registro de modificação, serão possíveis estabelecer ações para o controle de procedimentos na fase de planejamento.

### 1.2 PROBLEMÁTICA

A construção civil é um dos ramos da indústria brasileira que mais contribui para a economia do país. Considerando todos os setores, a indústria da construção civil representa uma parcela significativa do Produto Interno Bruto – PIB, equivale a 5,4% (CBIC, 2013).

Em 2010, a indústria da construção civil foi responsável por 8,4% da população ocupada no Brasil correspondendo a 1,6 milhões de

pessoas (IBGE, 2012). Em Santa Catarina, a construção civil tem um papel de destaque na economia do estado, confirmando sua importância dentro do cenário regional.

De acordo como o BNDES (2013), a FIESC – Federação do Comércio do Estado de Santa Catarina – desenvolveu um estudo de tendências baseada em uma investigação de fenômenos sociais, econômicos, industriais e tecnológicos de impacto mundial, com poder de propagação em diferentes cenários catarinenses. Foram analisados 56 setores econômicos do estado.

Os resultados indicaram que a construção civil está entre os três que melhor manifestam um efeito difusor sobre os demais setores econômicos catarinenses. Em outras palavras, a construção civil tem capacidade de gerar efeitos positivos em cadeia sobre as demais atividades econômicas do estado. Além disto, foi um dos poucos setores atuantes em todas as mesorregiões do estado de Santa Catarina.

Como resultado da pesquisa, a construção civil é considerada uma indutora de desenvolvimento estadual, uma vez que foi indicado em todas as mesorregiões como impulsionador de outras atividades econômicas. O quadro 1 apresenta os setores e áreas mais relevantes e respectivas prioridades de acordo com a mesorregião.

Quadro 1 – Setores e áreas prioritárias de Santa Catarina por mesorregião.

	Norte	Vale do Itajaí	Sul	Oeste	Serrana	Grande Florianópolis
Aeronáutico				x	x	
Agroalimentar		x	x		x	
Automotivo	x				x	
Bens de capital	x	x	x	x	x	
Biotecnologia				x	x	x
Celulose e papel				x	x	
Cerâmica			x			x
Construção civil	x	x	x	x	x	x
Economia do mar	x	x	x			x
Energia	x	x	x	x	x	x
Meio ambiente	x	x	x	x	x	x
Metalmecânico e metalurgia	x	x	x			
Móveis e madeira	x			x	x	
Nanotecnologia						x
Naval		x				x
Produtos químicos e plásticos	x		x			
Saúde (equipamentos de saúde fármacos cosméticos)	x	x	x	x	x	x
TIC	x	x	x	x	x	
Têxteis e confecções	x	x	x			x
Turismo	x	x	x	x	x	x

Fonte: FIESC (2013).

Dentre os macrossetores da construção civil, o subsetor de edificações é aquele que apresenta o maior número de empresas dentro da indústria da construção civil (MELLO; AMORIM, 2009). Santos R. E. (2008) afirma que as empresas construtoras de menor porte tendem a ficar restritas ao setor de edificações, especialmente, a construção imobiliária, e são responsáveis pela ocupação de aproximadamente 77% do pessoal empregado na construção civil. Deste modo, é possível afirmar que o setor de edificações gera tanto empregos diretos como indiretos (ROHAN; FRANÇA, 2013), contribuindo para o desenvolvimento de comércio e serviços locais. Por sua relevância econômica no cenário nacional e contribuição para o desenvolvimento microrregional, o setor de edificações merece destaque na construção civil (ABIKO, 2005; ROMANO, 2003).

Apesar de a construção civil ser importante tanto para o cenário regional quanto para o cenário nacional, ainda apresenta um processo de produção deficiente, quando comparado com outros setores industriais. A deficiência atribuída à construção civil, principalmente, ao setor de edificações residenciais tem origem histórica. Esta origem está associada à promoção da produção industrial para expansão das obras públicas, enquanto, paralelamente, as edificações residenciais vêm sofrendo modernização tecnológica por um processo de acumulação (OSEKI, 1982).

De acordo com Vergna (2007), o setor de edificações difere dos demais, dado que seus *outputs* são projetos únicos somados a uma significativa complexidade de relacionamentos ao longo de toda a cadeia produtiva. Também existem outros aspectos que, podem contribuir para deficiências no processo de produção. Dentre estes aspectos é possível destacar: o sistema construtivo amplamente adotado na construção civil brasileira, a complexidade do produto, as características associadas à construção civil, a interface entre os intervenientes e as falhas de planejamento e projeto.

O sistema construtivo baseado na estrutura de concreto armado, desconsiderando alguns aspectos políticos e econômicos, apresenta algumas características que propiciaram sua difusão no Brasil, devido à acessibilidade e facilidade de uso pelo público em geral (SANTOS R. E., 2008; PALATNIK, 2007). O sistema construtivo tradicional, derivado do sistema de estrutura de concreto armado combinado com fechamento de alvenaria ou bloco de vedação, adquiriu popularidade no setor de edificações. Para Santos R. E. (2008), o domínio público sobre este sistema se evidencia pela construção urbana informal, onde a opção

imediate de seus agentes é a construção “de material”, isto é, de alvenaria de tijolos estruturada com concreto armado. Por fim, o sistema construtivo tradicional e respectivo modelo de projeto e execução contribuem para o surgimento de novas falhas no processo construtivo, e também, novas formas de manifestações patológicas nas edificações. Analogicamente, em edificações onde é adotado o sistema construtivo tradicional, ocorre elevada incidência de modificações e improvisações na sua execução (FERREIRA FILHO; MAGALHÃES, 2011; MAYR, 2007).

A complexidade do produto pode promover certas deficiências no processo de produção. Rosso (1980) afirma: “Quanto mais complexo for o produto, mais difícil será a tarefa de tomar uma decisão quando várias opções são possíveis. A edificação é um dos produtos mais complexos e que apresenta a maior variedade possível de opções”. Existe um crescente aumento de exigências normativas, inserção de tecnologias e sistemas complementares na edificação tornando não apenas o produto complexo, mas o projeto também. O aumento da competitividade no setor e o aumento da complexidade dos projetos em construção civil vêm exigindo das construtoras a adoção de melhores práticas de gestão (POLITO, 2013).

Segundo Yazigi (2004), existem características associadas à construção civil da seguinte forma:

- Em geral, conserva o seu caráter nômade, onde a característica dos projetos é trabalhar com produtos únicos e execução de forma centralizada onde operários ficam móveis em torno de um produto fixo;
- Usualmente trabalha com mão de obra intensiva, pouco qualificada;
- Geralmente trabalha sob especificações complicadas, às vezes, conflitantes e confusas, com responsabilidades dispersas e pouco definidas.

O grande número de intervenientes no processo é uma das características relevantes na indústria da construção, pois cada um destes agentes tem interesses diferentes que acabam dificultando a coordenação global de um empreendimento (OLIVEIRA; FREITAS, 1997). Segundo a NBR 5671, ABNT (1990), são considerados intervenientes, entre outros: o financiador, o executante, o projetista, o fiscal, o fabricante de materiais e equipamentos, o corretor, o usuário, o adquirente e o consultor técnico. Existe um grande número de intervenientes no processo construtivo, dentre os quais se destacam três: os usuários, os



construtores e os projetistas (CARTY, 1995). A participação de muitos intervenientes gera um grande número de interfaces. Nestas interfaces se encontram as zonas de vulnerabilidade que dificultam a coordenação do empreendimento (CARTY, 1995; OLIVEIRA; FREITAS, 1997). Portanto, é essencial estabelecer comunicação entre os envolvidos no processo de planejamento e de execução da edificação (MUTTI, 1999), incluindo o tratamento de fluxo de informações entre os vários agentes multidisciplinares. Pois, o processo de informações é um dos fatores críticos para o sucesso do empreendimento (NASCIMENTO; SANTOS, 2003; OLIVEIRA, 2010).

Tratando a respeito das deficiências no processo de produção, é possível afirmar que a crescente complexidade dos projetos e dos processos construtivos condiciona a separação entre as atividades de projeto e de execução da obra (MAYR, 2000) e a deficiência na comunicação aumenta a distância entre projeto e execução (OLIVEIRA, 2010; MUTTI, 1999), afetando a eficácia do projeto (MAYR, 2000).

A falha de projeto é considerada um problema grave na construção civil. Cerca de 38% das manifestações patológicas presentes na construção civil de nove diferentes países, incluindo o Brasil, são originadas no projeto (MAIA LIMA E PACHA *apud* PELACANI, 2010). Para Souza e Ripper (1998), as falhas podem ser originadas a partir de um estudo preliminar deficiente associado ao planejamento; ou, durante a realização do projeto final de engenharia associada aos projetos executivos. Elas são responsáveis pelo encarecimento do processo de construção, por transtornos relacionados à utilização da obra ou por problemas patológicos sérios. Dentre as falhas de projeto é possível destacar:

- Elementos de projeto inadequados (má definição das ações atuantes ou da combinação mais desfavorável das mesmas, escolha infeliz do modelo analítico, deficiência no cálculo da estrutura ou avaliação da resistência do solo etc.);
- Falta de compatibilização entre a estrutura e a arquitetura, bem como, com os demais projetos civis;
- Especificação inadequada de materiais;
- Detalhamento insuficiente ou errado;
- Detalhes construtivos inexecutáveis;
- Falta de padronização das representações (convenções); e,
- Erros de dimensionamento.

Segundo Mayr (2000), as deficiências no projeto resultam em improvisações no canteiro de obra, perda de produtividade no processo

de execução e comprometimento do desempenho do sistema edificado. Também contribuem para o surgimento de modificações dos elementos construtivos e ambientes construídos durante a fase de execução da obra. Nem todas as modificações surgem a partir de erros (MAYR, 2000), modificações programadas ou intencionais, usualmente, estão relacionadas às estratégias ou customizações, enquanto as modificações não intencionais estão relacionadas às falhas entre as fases de projeto e processo. De qualquer forma, as ações repercutem em alterações da programação da obra, podendo ser insignificantes ou graves conforme a extensão da modificação e estágio da execução em que a obra se encontra, resultando em:

- Desperdício, expressa a parcela de perdas evitáveis (FRANCHI; SOIBELMAN; FORMOSO, 1993), representa prejuízos econômicos, sociais e ambientais no setor da construção civil.
- Retrabalho, qualquer atividade ou processo a ser refeito, gera um custo adicional e de forma geral está associado à linha de produção. No entanto, o retrabalho na linha de produção ou setor operacional pode repercutir em setores administrativos.
- Manifestações patológicas, são irregularidades que se manifestam na edificação, representam redução precoce da vida útil do elemento construtivo afetado. Este fenômeno é fortemente associado a erros de projeto e falhas de execução (MEDEIROS, 1998).
- Atrasos no cronograma podem desencadear um efeito dominó, causando atraso na entrega das obras. Geralmente refletem em aumento de custos, problemas de fluxo no caixa, indisponibilidade da equipe, perda de credibilidade, perda de cliente e inclusive indenizações (REIS, 2010). Segundo o Projeto de Lei 3019/2008 aprovado em 2009, as construtoras deverão pagar aos clientes, o valor mensal equivalente ao aluguel de equivalente à unidade adquirida.

Para reduzir os transtornos causados por alterações da programação da obra é necessário combinar regulamentações e diferentes iniciativas associadas à gestão de projetos, e também, gestão de processos. Dentre as iniciativas podemos destacar:

- Normas, padronizações regulamentadas pela ABNT, determinando processos de execução ou cumprimento de procedimentos;

- Certificações, instrumentos que como a ISSO, se destinam a dar credibilidade às empresas por adotarem certos padrões de excelência;
- Ferramentas de controle e gestão contribuem para melhor aproveitamento dos recursos da obra e permitem compreender fatores relativos a cronograma e interface do projeto e obra;
- Novas tecnologias, conhecimento técnico e científico e aplicação deste, através do uso de ferramentas computacionais e equipamentos, processos e materiais criados;
- Introdução de novos sistemas de construtivos nos mercados, metodologias executivas, usualmente, mais eficientes que, aquelas difundidas no mercado atual.

A busca por melhorias nos procedimentos de concepção e projeção devem ser estruturadas na análise dos aspectos citados. Análise esta, que avalia as fases construtivas subsequentes ao projeto e respectivos registros de modificações e alterações na programação da obra. Desta forma será possível reduzir o tempo gasto em projeto e a redução de solicitação de modificações (TZORTPOULOS 1999; KOSKELA, 1992).

Para tanto, é necessário identificar, classificar e compreender, e quantificar o impacto das modificações dos elementos construtivos e ambientes construídos não previstos no projeto das edificações multifamiliares em sistema construtivo tradicional. Deverá se estabelecer um fluxo de informações para novos empreendimentos contribuindo controle do planejamento, projetos, programação de obras, custos e qualidade da edificação. Para Rodrigues (2002), através de registros precedentes, será evitado que cada projeto ou obra sejam tratados como sendo uma nova história. Pois, é possível pegar atalhos e diminuir custo no raciocínio de novos projetos.

### 1.3 QUESTÃO DA PESQUISA

Grande parte das construtoras das mesorregiões Sul e Grande Florianópolis do estado de Santa Catarina adotam para seus empreendimentos, o sistema sequencial de projeto correspondente ao sistema construtivo tradicional. Para melhorar o processo construtivo destes empreendimentos, estão disponíveis ferramentas e estratégia de melhorias no controle de processo e produto, como as normas, as

certificações, as metodologias de controle de obra e gestão de projeto, as ferramentas computacionais, os sistemas construtivos enxutos, as novas tecnologias no mercado, a modificação dos elementos construídos e os ambientes construídos. Apesar disto, as modificações durante a execução tem sido um transtorno para a programação de obras destes empreendimentos.

Deste modo, esta pesquisa destaca a importância em identificar as modificações de projetos nos elementos construídos e ambientes construídos durante a execução da obra, classificá-las e analisar o impacto sobre a programação da obra, conduzindo à seguinte questão:

Como avaliar o impacto de modificações de elementos construtivos e ambientes construídos não previstas nos projetos dos edifícios?

## 1.4 OBJETIVOS

### 1.4.1 Objetivo geral

**Propor roteiro para análise dos impactos na programação de obras, devido às modificações não previstas nos projetos dos edifícios multifamiliares mistos.**

### 1.4.2 Objetivos específicos

De forma a atingir o objetivo geral da dissertação e responder a questão da pesquisa, através dos objetivos específicos pretendem-se:

- a. Entender o fenômeno da modificação dos projetos nas obras de edifícios multifamiliares, que adotam o sistema construtivo tradicional;
- b. Desenvolver dentro do roteiro de análise, procedimentos que permitam identificar, classificar e analisar as características das modificações estruturadas no referencial teórico;
- c. Identificar modificações de elementos construtivos e ambientes construídos nos estudos de caso pesquisados.
- d. Diagnosticar as modificações mais relevantes em relação ao impacto;
- e. Avaliar a importância das modificações em relação a diferentes critérios de impacto na programação das obras;

- f. Sugerir ações preventivas no planejamento e controle do projeto baseado nos resultados da análise.

## 1.5 JUSTIFICATIVA

Trabalhos na área da construção civil alinhados à gestão de projeto e gestão de obras têm destacado a importância da redução das modificações que ocorrem durante a fase de execução da obra (SALGADO; ADESSE, 2006; FRANCHI; SOIBELMAN; MELHADO, 1999; FORMOSO, 1996). Outras pesquisas vinculadas à comunicação e também ao fluxo de informação na construção civil abordam a influência do impacto da modificação na programação de obra (OLIVEIRA, 2010; MELHADO, S.; MELHADO, A., 2008). De um modo geral, estas pesquisas chamam atenção para o problema do elevado índice de modificações na fase de execução da edificação, decorrente de defeitos no planejamento e falhas nos projetos.

A compreensão sobre os transtornos que as modificações nos elementos construtivos e elementos construídos causam em uma obra são de grande relevância para gestão de qualidade na construção civil, tendo em vista as citações e considerações dos trabalhos referidos nos parágrafos acima. Mayr (2007) aborda a relação entre o projeto e a obra tratando do problema das adaptações e alterações do projeto durante a execução. Ele afirma que as alterações, decorrentes das inconsistências do projeto ou das deficiências da obra, prejudicam a produtividade e a qualidade da produção no mercado imobiliário. No entanto, sua pesquisa é direcionada para obra caracterizada como prestação de serviço, encomendada pelo cliente. Moselhi et al. (2005), trata do impacto na produtividade da mão de obra, reconhece a importância das alterações como meio de satisfazer as necessidades do cliente e corrigir erros e omissões do projeto, tanto do método construtivo como do contrato.

Como parte dos estudos recentes sobre as modificações do projeto na obra, suas causas e efeitos, Ibbs; Wong e Kwak (2001) propõem princípios de engenharia de valor para uma cultura de alteração equilibrada. Se caracteriza por identificar, avaliar, implementar e aprender com as alterações. Para tanto, é importante estabelecer procedimentos de identificação e classificação das modificações, quantificá-las, avaliando o impacto que cada uma delas pode produzir sobre a programação da obra. Por fim, deve se estabelecer uma correlação entre as modificações, origens e causas para se obter subsídios suficientes de modo a agir preventivamente. Motawa et al.

(2006), classifica estas alterações em termos como tempo, necessidade e efeito.

Ao tratar da identificação das origens e das causas de modificações associadas ao projeto, o trabalho estabelece uma revisão crítica da prática vigente no sistema de projetos e processo construtivo, que é predominante no setor de edificações da construção civil no estado de Santa Catarina e é aplicada a 56% das edificações no Brasil (G.C., 2012). Estas práticas são respectivamente, o sistema de projeto sequencial e o sistema construtivo tradicional.

Em função da cultura e história da tecnologia das edificações na construção civil, que evolui por acumulação, os sistemas construídos adotados, atualmente, no setor de edificações e setor imobiliário poderão permanecer no mercado por um longo prazo. Portanto, é viável aplicar um roteiro de controle de registro de modificações, vinculado a um banco de dados, para a prevenção de ações prejudiciais à programação da obra em futuras obras que adotam este sistema construtivo.

## 1.6 DELIMITAÇÕES

Para o tema escolhido, roteiro de análise das modificações não previstas no projeto dos elementos construtivos e ambientes construídos durante a fase de execução da obra, seus respectivos impactos na programação da obra de edificações baseadas no sistema de projeto sequencial e sistema construtivo tradicional, é fundamental que o contexto seja condizente com o tema. Assim, a pesquisa é delimitada nos seguintes aspectos:

- Sistema construtivo aplica-se ao Processo Construtivo Tradicional, combinação de estruturas de concreto armado moldada "in loco", com vedações usando alvenarias de tijolos, blocos cerâmicos ou concreto, revestido por argamassas. Este sistema construtivo representa 56% das construções no Brasil para o setor de edificações.
- Ciclo de vida delimita-se às fases de planejamento, projeto e execução, dando ênfase, respectivamente, na etapa de projeto e na etapa de construção. A combinação de defeitos nestas etapas pode refletir em até 70% dos problemas nas edificações.
- Tipologia da edificação é focada em Edifícios Mistos abrigando comércio no pavimento térreo e torres adotando repetição do pavimento tipo. Grande parte dos planos

diretores incentiva esta tipologia, que vem ganhando mais adesão das construtoras para edifícios de padrão médio em zonas centrais mistas, permitindo maior índice de aproveitamento e taxa de ocupação nos lotes em áreas densamente ocupadas.

- Impacto sobre a programação de obra se limita a avaliação das consequências das modificações em relação aos seguintes aspectos: o cronograma, o envolvimento de atividades administrativas, o retrabalho e os materiais desperdiçados.
- Impacto sobre a edificação como produto se restringe a avaliações qualitativas, referentes aos elementos construídos e ambientes construídos, em relação ao mercado e à funcionalidade.

## 1.7 LIMITAÇÕES

A aplicação do roteiro nos estudos de caso deve se adequar a disponibilidade de informações e prazos determinados, tanto pela empresa pesquisada, quanto ao programa de pós-graduação. Portanto, foram definidas algumas limitações para o trabalho:

Valor dos componentes quantificados – por causa de determinadas informações da empresa, que ficam restritas ao controle do setor financeiro, os custos e benefícios das modificações foram estimados, podendo haver variações na precisão dos resultados estimados pela empresa pesquisada.

Estimativa do cronograma – o período de paralização das áreas de atuação foi baseado na estimativa dos engenheiros e mestre de obras, das quais houve algumas revisões dos profissionais do corpo operacional e administrativo da empresa. Entretanto, é uma informação cognitiva e não pode ser mais precisa devido à utilização incompleta de documentação de controle como diários de obra e relatórios de não conformidade.

Período de pesquisa de campo em relação ao prazo de execução da obra – sabe-se que as obras referentes aos estudos de caso foram iniciadas nos anos de 2011-2012 com prazo de entrega para 2016 e o período de pesquisa foi encerrado em 2015 para atender ao prazo do programa da Pós-Arq. Considerou-se trabalhar com uma amostra relevante, entretanto parcial dos registros de modificação.

Avaliação do impacto pós-ocupacional causado pelas modificações – devido à restrição de prazo para a pesquisa não se logrou em avaliar o impacto das modificações em relação a desconformidades e manifestações patológicas das obras, após o período pós-ocupacional.

## 1.8 ESTRUTURA DO TRABALHO

O trabalho de dissertação está organizado em oito capítulos. São respectivamente:

Capítulo 1 – INTRODUÇÃO – aborda o tema de pesquisa, objetivos e justificativa do trabalho desenvolvido.

Capítulo 2 – SISTEMAS CONSTRUTIVOS NO BRASIL – descreve os sistemas construtivos mais aplicados no Brasil contextualizando o uso do sistema tradicional aplicado no setor de edificações da construção civil.

Capítulo 3 – PLANEJAMENTO: CONCEPÇÃO E PROJETOS – aborda a relevância da fase de planejamento para a construção de edificações, tratando dos erros na concepção e falhas de projeto, com respectivas consequências.

Capítulo 4 – MODIFICAÇÕES DE PROJETOS – analisa as modificações de projetos, respectivas características, origens e responsáveis, e consequências de tudo isto.

Capítulo 5 – REVISÃO SOBRE FERRAMENTAS E MÉTODOS EXISTENTES – apresenta diferentes instrumentos aplicados na construção civil, que podem contribuir para a redução de modificações de projetos que causem alterações na programação da obra.

Capítulo 6 – MÉTODO, FERRAMENTAS E TÉCNICA DA PESQUISA – baseado no capítulo 5, dedica-se a um caminho para investigação, análise e diagnóstico para reduzir o impacto das modificações no projeto na programação da obra.

Capítulo 7 – APLICAÇÃO DO ROTEIRO NOS ESTUDOS DE CASO – aplica o roteiro estruturado no capítulo 6, nos 3 estudos de caso.

Capítulo 8 – CONSIDERAÇÕES FINAIS – verifica o cumprimento dos objetivos propostos, analisa as dificuldades encontradas durante a pesquisa e avalia as contribuições do trabalho. Esse capítulo conta ainda com a apresentação de sugestões para melhorias de procedimentos de projeto, finalizando com sugestões para a realização de trabalhos futuros.



## 2 SISTEMAS CONSTRUTIVOS NO BRASIL

### 2.1 PERSPECTIVA HISTÓRICA SOBRE A CONSTRUÇÃO NO BRASIL

Na sua origem, a arquitetura apresentava uma relação íntima entre a concepção, técnica construtiva e matéria-prima. Somente no renascimento o desenho adquire uma função mais importante na construção, até se tornar um mediador insubstituível na produção do espaço construído. No decorrer da história da arquitetura, coube ao arquiteto renascentista Fillipo Brunelleschi fazer a separação entre canteiro e desenho (JANSON; JANSON, 2009).

A partir da Revolução Industrial, o desenho passa a ser utilizado na adaptação das novas formas produtivas. O desenvolvimento do maquinário, da organização do trabalho, dos métodos e dos instrumentos para a comunicação, e do comando demandaram reformas baseadas em exatidão, repetição, limitação, como parte da condição para o regramento da produção fragmentada (SANTOS R. E., 2008).

O avanço tecnológico junto com a produção de grande escala da era industrial promoveu a inclusão de novos sistemas construtivos no mercado da construção, abrindo espaço para o conceito de arquitetura sem fronteiras e universal. Neste momento, a arquitetura passa a ter novas possibilidades estéticas e tecnológicas como solução para a explosão demográfica da época e do descobrimento de novos materiais (LAMBERTS; DUTRA; PEREIRA, 1997). Os elementos construtivos deixam de ser executados no canteiro e passam a ser fabricados industrialmente, trazidos por longas distâncias como o exemplo das estruturas metálicas (MASCARÓ; CLARO; SCHNEIDER, 1978).

O Brasil respondeu à expansão do capitalismo internacional, sobretudo, através da importação da referida produção inglesa dos produtos metálicos e cerâmicos para a construção. Porém, o sistema construtivo baseado em estruturas de concreto armado só viria a ser introduzido no Brasil na primeira década do século XX. Apenas nos meados de 1920 instalou-se a primeira cimenteira no Brasil. Ao longo dos anos 30, se inicia o processo de difusão da tecnologia do concreto (SANTOS R. E; 2008; VASCONCELOS, 1992). Neste mesmo período ocorre o processo de substituição de importações como modelo de desenvolvimento (OSEKI, 1982).

Já em 1940, a tecnologia do uso do concreto fora assimilada à cultura da construção civil no Brasil. Estava normalizada pela

Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT, regulamentada pelas atribuições profissionais do sistema CONFEA-CREA e fazendo parte dos currículos das escolas de engenharia e arquitetura (SANTOS R. E, 2008). Na mesma época, houve uma compressão em relação à importação de matérias-primas, produtos não duráveis e produtos intermediários incluindo, vidro plano e cimento que contribuíram para a estruturação industrial. Entre os anos de 1949 e 1958, foi gerado um crescimento industrial de aproximadamente 21% para 44% incluindo diversos setores como: metalurgia, química, mecânica, material elétrico e material de transporte (OSEKI, 1982).

De acordo com Oseki (1982), os setores de montagem industrial e indústria pesada da construção civil desempenharam um papel importante na expansão da indústria automobilística, através da instalação da infraestrutura na forma de pontes, viadutos, túneis e estradas. Até os primeiros anos da década de 1960, grupos estrangeiros estão se vinculando ao setor dinâmico da construção, se estabelecendo na área de revestimento, instalações e dispositivos especializados. Ainda assim, a construção habitacional popular, de modo geral, baseava-se predominantemente na autoconstrução (LEMONS; SAMPAIO, 1993).

Como resultado, Oseki (1982) afirma que a construção civil se torna mais heterogênea. Por um lado, existe um dinamismo concentrado que apoia o setor moderno da produção industrial, promovendo a expansão das obras públicas, haja vista a carência de infraestrutura urbana nos grandes centros e grande parte do território nacional. Por outro lado, as Edificações Residenciais sofrem uma modernização tecnológica por um processo de acumulação.

Assim, no setor imobiliário de edificações residenciais, a racionalização da produção ou pré-fabricação é empregada, apenas, quando o atraso tecnológico representa gastos excessivos para as empresas do setor de edificações na construção civil no Brasil (SANTOS R. E, 2008; FARAH, 1992; OSEKI, 1982).

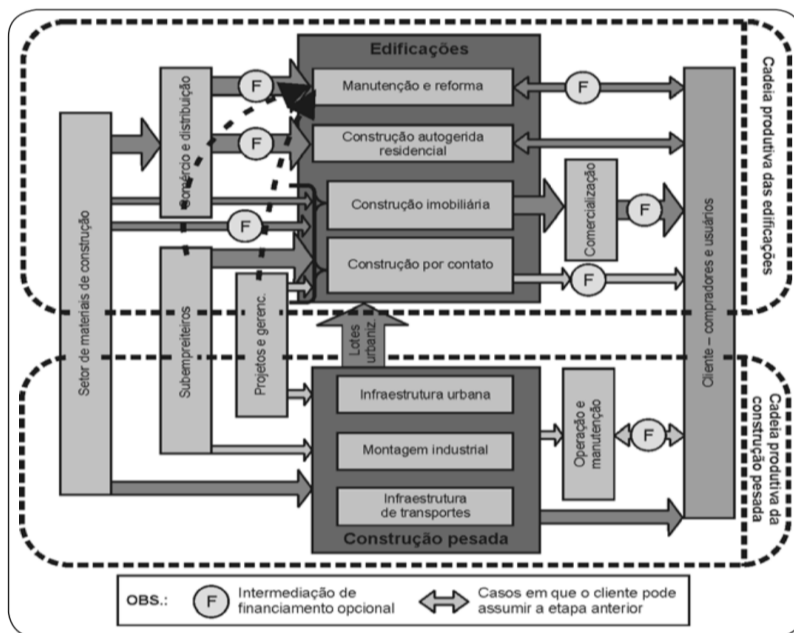
Segundo Farah (1992), no Brasil, o conceito de racionalização tende a se estabelecer como um meio termo entre construção tradicional e industrializada, e ao mesmo tempo, como uma opção estratégica para o setor. Por sua vez, as empresas acabam adotando várias inovações tecnológicas, onde algumas delas se consolidam nas organizações. Porém, a natureza multidisciplinar dos projetos, o risco e incertezas inerentes às inovações tecnológicas, e a dependência de novos materiais para produção, ainda constituem obstáculos para a adoção de inovações neste setor (NASCIMENTO, 2003; TOLEDO et al., 2000). Devido ao

aumento da demanda promovida pelo mercado, o setor da construção civil se expande com uma visão direcionada à maior importância das práticas de gerenciamento de projetos para apoiar a tomada de decisão estratégica, melhorar a qualidade de suas obras e sua competitividade (AZEVEDO et al., 2013; WINTER; CHECKLAND, 2003).

### 2.1.1 Setor de Edificações

Atualmente, o subsetor de edificações abrange edifícios residenciais, comerciais e setor público, e manutenção predial associada às reformas. Envolve a integração de diferentes sistemas, materiais e participantes, os quais formam um acordo temporário durante a fase construtiva do empreendimento. Essas relações são complexas devido à quantidade de atores e empresas nos ramos envolvidos. A figura 1 mostra um esquema da cadeia produtiva dos subsetores da construção civil (MONTEIRO FILHA; COSTA; ROCHA, 2010).

Figura 1 – Setor de edificações na segmentação geral da cadeia da construção.



Fonte: DECONCIC/FIESP (2008).

Vale destacar o subsetor de edificações e construção pesada e os demais elos na entrada e saída do processo apresentados. Para o setor de edificações, as relações complexas entre os diferentes atores e empresas do ramo envolvido são pontos críticos na cadeia produtiva.

## 2.2 SISTEMAS CONSTRUTIVOS MAIS ADOTADOS NO BRASIL

O conjunto de partes de uma edificação é definido como um sistema construtivo, cada uma das partes é definida como um subsistema elaborado individualmente, porém em coordenação com os demais subsistemas para atenderem os requisitos previamente determinados para a edificação (BONIN, 1987). O Sistema construtivo, por sua vez, é o conjunto de fatores que determinam um processo mais complexo, de melhor definição e, tecnologicamente, mais avançado.

No âmbito das edificações chama-se sistema construtivo uma maneira bem definida de execução que contemple, pelo menos, estrutura portante, vedações, aberturas, cobertura e instalações básicas. (SANTOS R. E., 2008, p.15)

Sabbatini (1989) o define como “um processo construtivo de elevados níveis de organização e industrialização, constituído por um conjunto de elementos e componentes inter-relacionados e completamente interligados pelo processo”. Além disto, o processo construtivo se constitui em um conjunto de métodos construtivos determinados e específicos, ou ainda, “é organizado e bem definido modo de se construir um edifício”. O método construtivo é “um conjunto de técnicas construtivas interdependentes e adequadamente organizadas, empregado na construção de uma parte (subsistema ou elemento) de uma edificação”.

Não é possível falar em projeto executivo ou mesmo em anteprojeto sem conhecer o sistema construtivo da empresa. A obra deve ser o local em que um sistema de execução é colocado em prática e não desenvolvido de forma aleatória. (VANNUCCHI, 1998, p.28)

Segundo a ISO 6241(1984), na edificação são definidos: subsistema como a parte de um edifício composta por vários elementos construídos, preenchendo uma ou várias funções necessárias ao cumprimento das exigências do usuário; elemento, conjunto de componentes utilizados juntamente, montados, fixados e acabados no canteiro; e, componente, sendo o produto manufaturado em unidades de pré-fabricação, como uma unidade distinta para servir a uma função específica ou várias funções.

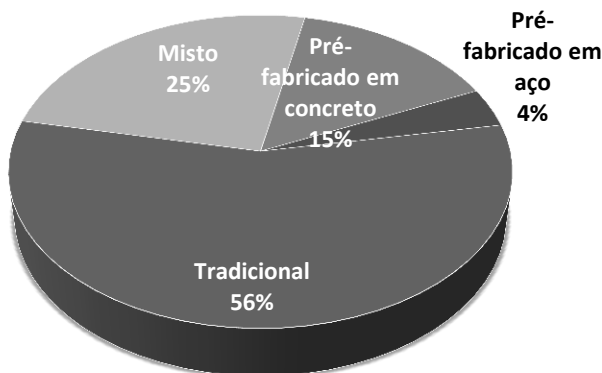
### **2.2.1 Sistemas construtivos adotados em edificações**

A definição do uso de um sistema estrutural quanto a sua aplicação é primordial, pois irá afetar não somente a arquitetura da edificação, mas também o custo da obra (PALATNIK, 2007). O sistema construtivo associado a um tipo específico de projeto, denominado projeto para produção, visa a racionalização construtiva como requisito da industrialização do subsector de edificações da construção civil. Tem como propósito a produção em série, tornando-o mais vantajoso sobre outros sistemas construtivos (MONTEIRO FILHA; COSTA; ROCHA, 2010).

Ainda hoje, muitos aspectos relativos à racionalização continuam sendo almejados pela construção civil. É possível destacar: estandardização e coordenação modular; produção industrial de elementos seriados; sistemas integrados de condicionamento e distribuição de produtos; procedimentos racionalizados de construção; diferenciação entre sistemas abertos e fechados, baixo custo, rapidez de montagem, mobilidade, precisão e dados calculáveis (SANTOS R. E., 2008). São diversos os fatores que determinam a adoção de um sistema construtivo: culturais, econômicos, domínio e disponibilidade de tecnologia, matéria-prima e mão-de-obra, entre outros fatores que influenciam as tendências de mercado.

Ao longo da história da industrialização do Brasil, desde a introdução de edificações de aço pelos ingleses, até o uso do pré-fabricado em concreto, foram aplicados diferentes sistemas e métodos construtivos no Brasil. O gráfico 1 apresenta os métodos construtivos mais adotados na construção de edifícios no Brasil, na atualidade.

Gráfico 1 – Métodos construtivos predominantes no Brasil.



Fonte: G.C. (2012).

Observa-se que o uso do concreto armado acabou ocupando um lugar de destaque na cultura da construção civil. Visto que sistema construtivo tradicional é um sistema composto pela estrutura de concreto armado com paredes de vedações, o sistema tradicional ganha papel de destaque.

#### *2.2.1.1 Alvenaria estrutural*

A alvenaria tem sido adotada a milhares de anos, utilizando cargas verticais, de peso próprio e de ocupação, e cargas horizontais, geralmente, associadas ao vento. Seu dimensionamento, entretanto, se manteve em bases empíricas, até o final do século XIX. No Brasil, a técnica de cálculo e execução em alvenaria estrutural é relativamente recente, surgindo no final dos anos 60 (ROMAN et al, 2000).

De acordo com Roman, Mutti e Araújo (1999), a alvenaria estrutural é o processo construtivo que utiliza as paredes da habitação para resistir às cargas, em substituição aos pilares e vigas utilizados nos sistemas de concreto armado, aço ou madeira.

Um dos princípios fundamentais do sistema construtivo em alvenaria estrutural é indispensável interligação entre os vários projetos complementares, para que um não interfira sobre os outros, o que reverteria em prejuízo para o produto final. (ROMAN ET AL., 2000, p.14)

A grande vantagem que a alvenaria estrutural apresenta em relação a muitos sistemas construtivos é a possibilidade deste sistema em incorporar, facilmente, os conceitos de racionalização, produtividade e qualidade, produzindo, ainda, construções com bom desempenho tecnológico aliado a baixos custos (ROMAN; MUTTI; ROMAN et al, 2000; ARAÚJO, 1999). Nos últimos 30 anos, a alvenaria estrutural tem apresentado maiores e mais visíveis avanços do que qualquer outra forma de estrutura usada na construção civil. Em consequência disso, pode-se afirmar que a alvenaria estrutural é o mais econômico e moderno método de construção (ROMAN et al, 2000).

#### *2.2.1.2 Pré-fabricado em aço*

As primeiras construções metálicas montadas aqui no Brasil foram feitas por encomenda e fabricadas na Inglaterra, França ou Bélgica. Na arquitetura do século XIX é possível ver elementos de ferro forjado ou fundido incorporados na sua arquitetura. Em alguns casos, como o Teatro José de Alencar, Fortaleza – CE e várias estações ferroviárias incorporou-se o metal na maioria dos elementos construídos, incluindo cobertura e estrutura.

Atualmente, está sendo introduzida no Brasil, uma tecnologia muito comum em edificações nos Estados Unidos, o *Steel Framing*. Esta tecnologia aplicada para vedações apresenta características bem vantajosas como velocidade de construção, leveza e resistência ao fogo, e adaptabilidade a diversos padrões de arquitetura e acabamentos (PALATNIK, 2007).

Este sistema construtivo é formado pelo sistema estrutural em aço associado ao sistema de vedações. Segundo Palatnik (2007), ao se definir o sistema estrutural, define-se também o peso de aço, as características de fabricação e montagem, e o custo. No Projeto, todos os detalhes e possíveis problemas, desde a ligação da estrutura com os fechamentos até a melhor sequência de montagem, devem ser resolvidos no papel, antes mesmo de dar início à construção, para evitar retrabalho e desperdício.

#### *2.2.1.3 Pré-fabricado em concreto*

Nos anos 50 e 60, o uso de pré-fabricados de concreto buscava a racionalização e a utilização intensiva dos moldes, com o objetivo de reduzir custos e tempo de produção. Atualmente, o uso da pré-

fabricação ainda é bastante restrito, aplicado, principalmente, em edifícios industriais e comerciais de múltiplos pavimentos, tendo em vista que a iniciativa privada busca eliminar incógnitas nos seus empreendimentos, tais como imprecisão no prazo de entrega e imprevistos na obra (BARTH; VEFAGO, 2007).

Segundo a NBR 9062, ABNT (2006), pré-fabricado é todo o elemento produzido fora do local definitivo da estrutura, em usina ou instalações análogas que disponham de pessoal e instalações laboratoriais permanentes para o controle de qualidade. Pré-moldado, também se refere ao elemento que é executado fora do local definitivo de utilização, porém, ele é produzido em condições menos rigorosas de controle de qualidade, sem a necessidade de pessoa, laboratório e instalações congêneres próprias.

Para Barth e Vefago (2007), os elementos pré-fabricados se colocam como um sistema construtivo, onde é exigida a integração entre o projeto, fabricação, montagem e responsabilidade técnica do fabricante, e também, o desempenho e a durabilidade das fachadas. Para tanto, faz-se necessária à compatibilização do projeto da obra de arquitetura com o projeto de produção para a correta montagem dos componentes. Este tipo de construção exige a integração de projetos e procedimentos de execução simultâneos, evitando decisões de última hora na obra.

#### *2.2.1.4 Construção tradicional*

No Brasil, a evolução do concreto armado foi determinante para o perfil da construção civil no Brasil. O concreto armado, sistema estrutural composto fundamentalmente pela combinação do cimento e aço, foi aplicado em um edifício pela primeira vez no Brasil, no ano de 1909, em São Paulo, durante a construção do edifício Leônidas Moreira (VASCONCELOS, 1992).

A partir da instalação das fábricas de cimento este sistema estrutural ascende rapidamente, em relação aos demais sistemas estruturais no Brasil. No ano de 1934, o engenheiro Emílio Baumgart montou o primeiro escritório de cálculo em concreto armado. Entre 1956 a 1960, o já consagrado arquiteto Oscar Niemeyer, aplica o concreto armado em abundância na construção das edificações de Brasília.

Analogicamente ao concreto armado, componentes de alvenaria, são adotados no mercado nacional. Dentre eles são: os tijolos



cerâmicos de oito furos confeccionados a partir de 1935, os blocos de concreto celular autoclavados, em 1948, os blocos de concreto em meados da década de 50 e os sílico-calcários em meados da década de 70. Desde então, o sistema construtivo que combina estruturas de concreto armado moldada "in loco" com vedações com alvenarias de tijolos, blocos cerâmicos ou concreto, revestido por argamassa. Este sistema passa a ser conhecido como construção tradicional ou convencional.

Os edifícios produzidos em concreto armado muitas vezes recebem a denominação de edifícios convencionais ou tradicionais, isto é, aqueles produzidos com uma estrutura de pilares, vigas e lajes de concreto armado moldados no local. (MELHADO; BARROS, 1998, p.4)

Com a verticalização dos edifícios, a questão estrutural passou a ser fundamental e o grande desenvolvimento concentrou-se na produção de estruturas de concreto. A alvenaria, por sua vez, passa a um segundo plano, uma vez que seu uso como elemento estrutural ficou limitado às edificações de um só pavimento ou então como vedação de edifícios altos. Com isso, os edifícios construídos com estrutura reticulada de concreto e alvenaria junto com componentes cerâmicos ou com outros elementos de vedação, foram designados como construções tradicionais, sobretudo nas cidades em desenvolvimento, como São Paulo e outras capitais do país (SABBATINI; BARROS; MEDEIROS, 1998).

O processo construtivo tradicional, utilizado para se construir edifícios de múltiplos pavimentos na cidade de São Paulo, se caracteriza pelo emprego de estrutura reticulada de concreto armado moldada no local com fôrmas de madeira e vedações de blocos cerâmicos ou de concreto (SABBATINI, 1989).

Apesar do processo executivo da obra aplicar técnicas de trabalho artesanal com mão-de-obra setORIZADA por atividades definidas conforme o porte da obra, também absorvem mão-de-obra especializada para serviços específicos oferecidos por fornecedores de materiais e equipamentos. Desta forma, o sistema tradicional vai incorporando gradativamente componentes industrializados à medida que a complexidade dos subsistemas da edificação aumenta e que o custo final dos componentes diminui.

## 2.3 CONSTRUÇÃO TRADICIONAL NO SETOR IMOBILIÁRIO DO BRASIL

Não existe apenas uma única escolha estrutural. Normalmente os sistemas estruturais são usados conforme necessidades do projeto, condicionantes locais, econômicas, vantagens e desvantagens. Existe a possibilidade da aplicação de sistemas diferentes, conjugados em uma mesma edificação (PALATNIK, 2007).

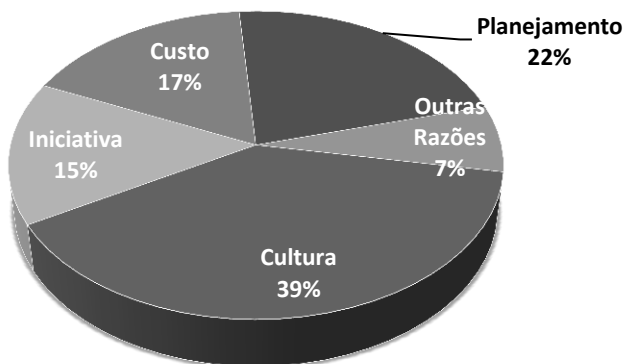
No Brasil, incluindo no estado de Santa Catarina, o sistema tradicional é muito popular na construção de edifícios comerciais, residenciais ou mistos, principalmente para as edificações voltadas para o setor imobiliário. Apesar de este sistema ser muito criticado devido aos problemas que ocorrem na gestão de obras, falhas no controle de projeto, e, desperdício elevado, quando comparado com sistemas enxutos, a parcela de edificações construídas em outros sistemas construtivos no Brasil ainda é pequena, quando comparada com o sistema construtivo tradicional. Sem desmerecer os demais sistemas construtivos, é importante compreender o que fazem da construção tradicional, o sistema construtivo predominante no mercado.

Quando comparado com sistemas construtivos enxutos como alvenaria estrutural, pré-fabricado em concreto e pré-fabricado em aço, a construção tradicional apresenta algumas desvantagens em relação à gestão, controle de processo e desperdício. Estas desvantagens são identificadas pelo tempo de execução, volume de entulho gerado na obra, dificuldade em manter a programação da obra, imprevistos elevados e alterações em obra.

Por outro lado, a construção tradicional está incorporada na cultura da construção de edificações. Este aspecto cultural inclui a grande maioria das regiões brasileiras. Percebe-se, portanto, a elevada resistência para o mercado da construção em migrar para novos e diferentes processos construtivos.

O gráfico 2 apresenta os fatores mais relevantes na resistência do uso de novos processos construtivos, ou seja, os principais fatores que limitam o uso de novos processos construtivos.

Gráfico 2 – Principais fatores que limitam o uso de novos processos construtivos.



Fonte: G.C. (2012).

Nota-se no gráfico anterior que, dentre os fatores que limitam o uso de novos processos construtivos, a cultura é o mais significativo. Pois a prática construtiva tradicional foi assimilada, não somente pela sociedade, mas também, por profissionais de projeto, operacional e administrativo.

Santos R. E. (2008) afirma que as escolas de engenharia e arquitetura, de um modo geral, concentram o plano de ensino para atender a construção tradicional. Portanto, existem muito mais profissionais e serviços habilitados para a construção e manutenção deste tipo de sistema.

Kahneman (2012), fala do conforto cognitivo, onde ele destaca a confiança em algo que você já está familiarizado. Ele afirma: “É normal que a gente fique inclinado a acreditar nisso, porque foi repetido com tanta frequência, e vamos pensar a respeito outra vez.” Assim, a incerteza em relação ao resultado da aplicação de novas tecnologias, justifica a resistência de profissionais, empresas, clientes e usuários em aceitar sistemas construtivos eficazes, porém não tão populares. Para as empresas, existe uma resistência muito grande do mercado em migrar para outros sistemas construtivos, devido à combinação de iniciativa, incerteza e risco. Por isto, a preferência ao modelo dominante.

Além do mais, no Brasil, a sociedade, de um modo geral, relaciona o sistema construtivo tradicional à solidez, conforto e

segurança. Isto determina a tendência do mercado imobiliário voltada para a construção da estrutura sólida, representada pelo concreto armado e paredes de alvenaria, que estão associados à segurança do ambiente habitável. Segundo Kahneman (2012) “A familiaridade engendra o apreço. Esse é um efeito de mera exposição.”.

Em suma, pode se afirmar que os profissionais da área de projeto e engenharia, os prestadores de serviço, os fornecedores, as construtoras, os clientes e usuários são responsáveis pela hegemonia do sistema tradicional permitindo que o sistema construtivo tradicional mantenha seu espaço no mercado por um período de tempo significativo.

### 3 PLANEJAMENTO: CONCEPÇÃO E PROJETAÇÃO

O planejamento está presente em todas as fases do processo construtivo da obra. Entretanto, ele também pode ser referido como a etapa que corresponde ao início do processo produtivo. Este processo inclui a viabilidade física, elaboração de projetos com a programação do desenvolvimento das atividades construtivas (DEGANI; CARDOSO, 2002).

Esta fase da construção agrupa três problemas interligados: a concepção do empreendimento, o projeto do produto, e o planejamento da execução. A concepção – expressa na formulação do programa de necessidades; a elaboração de projetos do produto – traduzido nos projetos de arquitetura e de engenharia; e o planejamento de execução – corresponde à programação da obra - (FABRÍCIO; BAÍA; MELHADO, 2003; FABRÍCIO; BAÍA; MELHADO, 1998).

#### 3.1 ETAPAS

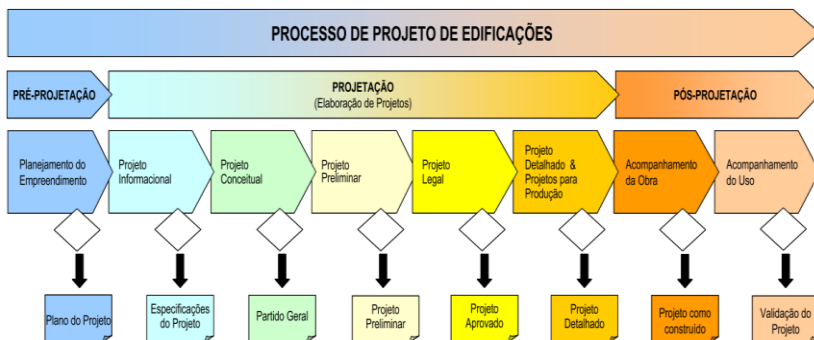
A NBR 13531, ABNT (1995) define o processo do projeto como uma sucessão de etapas de levantamento, programa de necessidades, estudo de viabilidade, estudo preliminar, anteprojeto, projeto legal, projeto básico e projeto para execução.

O planejamento, iniciado a partir da concepção, é direcionado ao mercado ou usuário, e termina com a elaboração do *briefing*/estudo preliminar de arquitetura; a fase de desenvolvimento resulta nos projetos de detalhamento ou execução com respectiva especificação técnica de produto, direcionados à cadeia de produção, e vinculados a um manual de construção com cronograma físico-financeiro, orçamento, procedimentos do sistema de qualidade e contrato; à fase de implementação, que começa com os procedimentos “pré-executivos”, análises críticas de projeto, autorizações, aprovações, contratações, preparação do local configurando em uma etapa pré-operacional; e finalmente, à fase de avaliação, que inicia a partir da operação plena do edifício e culmina com a destinação final (SÁNCHEZ 2008; ORNSTEIN; ROMERO, 1992).

De acordo com Romano (2003), o conceito “processo de projeto” deve permear por todo o processo construtivo de uma edificação, iniciando no planejamento, passando pela elaboração dos projetos do produto e dos projetos para produção, pela preparação para execução, pela execução, e se estende até o uso. Seu modelo,

apresentado na figura 2, é composto por três macrofases: pré-projeção, projeção e pós-projeção.

Figura 2 – Representação gráfica das fases do processo de projeto de edificações.



Fonte: Romano (2003).

Segundo Romano (2003), a etapa de concepção do produto é chamada de pré-projeção e a fase de elaboração de projetos é chamada projeção. A pré-projeção pode se subdividir em planejamento do empreendimento e projeto informacional, enquanto a fase de projeção se subdivide em projeto conceitual, preliminar, legal e projeto detalhado para produção. Esta fase inclui a concepção do produto e o desenvolvimento do projeto (LIU; OLIVEIRA; MELHADO, 2011).

Para Oliveira (2001), projeção é um termo utilizado como uma tentativa de tradução do termo *design*, em especial *engineering design*, que se referem ao desenvolvimento de atividades projetuais de engenharia, principalmente, quando é considerado o processo e o seu contexto.

### 3.1.1 Pré-projeção ou concepção

Pré-projeção – corresponde à fase inicial de planejamento. Envolve a elaboração do plano de projeto do empreendimento como a principal meta da fase (ROMANO, 2006).

A idealização do empreendimento tem como foco o cliente final. Para alcançar este objetivo são elaboradas estratégias de empreendimento cuja abordagem passa predominante pelo critério de

valor e anseios do cliente como usuário (SÁNCHEZ, 2008). As estratégias de produção de edifícios para venda em mercado são definidas na etapa de concepção ou pré-projeção. Estas estratégias devem ser estabelecidas para viabilizar o empreendimento. Na etapa inicial de concepção do projeto, o programa de necessidades deve ser bem definido (LIU; OLIVEIRA; MELHADO, 2011; ROMANO, 2003), em fases subsequentes, devem ser determinadas as limitações normativas e as diretrizes construtivas determinantes para a concepção do projeto.

A informação disponível para se projetar e os dados sobre a produção, de um modo geral, são caracterizados por massas de construção. Estas são definidas por de quadro de áreas, número de pavimentos da edificação e indicadores globais de produção, que se apresentam na forma de índices paramétricos de custos e de produtividade (ASSUMPCÃO, 1996).

### **3.1.2 Projeção**

Projeção – envolve a elaboração dos projetos da edificação incluindo arquitetura, fundações e estruturas, instalações prediais e os projetos para produção como formas, lajes, alvenaria, impermeabilização, revestimentos verticais, e canteiro de obras. Decompõe-se em cinco fases denominadas projeto: informacional (também pode pertencer à pré-projeção), conceitual, preliminar, projeto legal e projeto detalhado para produção, ou seja, o projeto executivo. Os resultados principais de cada fase são respectivamente as especificações de projeto, o partido geral da edificação, o projeto preliminar da edificação, o projeto de arquitetura aprovado e o projeto de prevenção contra incêndio pré-aprovado, e finalmente, o projeto detalhado e os projetos para produção da edificação (ROMANO, 2006).

Existe uma aplicação muito variada para o termo projeto, e com conotações diferentes para cada contexto (PERALTA, 2002). Segundo a Associação Brasileira de Escritórios de Arquitetura – ASBEA (1992) *apud* Tzortzopoulos (1999), a palavra projeto significa genericamente, intento, desígnio, empreendimento; em sua acepção técnica, um conjunto de ações caracterizadas e quantificadas, necessárias à concretização de um objetivo.

Elaboração do projeto de arquitetura de edificação – Determinação e representação prévias (desenhos e textos) da configuração arquitetônica de edificação, concebida mediante a coordenação e a orientação geral dos projetos dos elementos da edificação, das instalações prediais, dos componentes construtivos e dos materiais de construção. (ABNT, 1995, NBR 13532, p.3)

Deste modo, o projeto pode ser definido como o conjunto de atividades não repetitivas, multidisciplinares, visando um objetivo, utilizando recursos e respeitando tempo, custo e qualidade (LEUSIN, 1995). Sob a ótica da gestão da qualidade, o projeto de edifícios, enquanto atividade de concepção do produto ou serviço, pode ser entendido como um processo.

Este processo segue a ordem: dados de entrada, envolve a prospecção; viabilidade do empreendimento, processa estes dados com o objetivo de transformar os conceitos em modelos gráficos do produto e envolve o desenvolvimento de projetos; e, finaliza com os dados de saída, correspondem não apenas a projetos representando características do produto, mas também, oferecendo subsídios para a execução (FABRÍCIO; MELHADO, 2001).

### **3.1.3 Pós-projeção**

Pós-projeção – envolve o acompanhamento da construção da edificação e o acompanhamento do uso. Os resultados principais de cada fase incluem, respectivamente, a retroalimentação dos projetos a partir da obra e da avaliação de satisfação pós-ocupação (ROMANO, 2006).

É importante salientar que as fases, geralmente, não apresentam limites nítidos e são constituídas por um conjunto de atividades que transita durante o processo de produção do edifício. Entretanto, a entre a fase da implementação da obra e a fase de avaliação, os limites devem estar bem definidos (SÁNCHEZ, 2008; ORNSTEIN; ROMERO, 1992).

## **3.2 IMPORTÂNCIA DO PROJETO**

Durante muito tempo a importância do projeto de edificações se restringiu à representação morfológica, ou seja, a representação do edifício acabado. Ignorava-se todo o processo envolvido na construção



do produto sobrecarregando as atribuições e responsabilidades aos responsáveis pela obra.

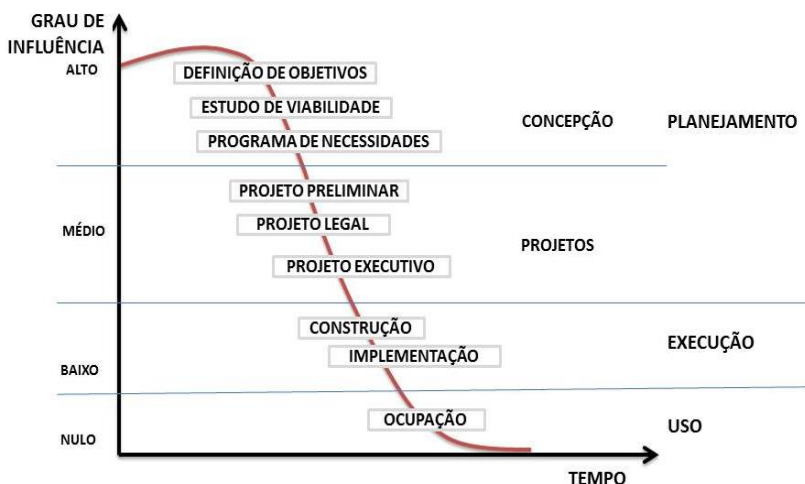
Para Liu; Oliveira e Melhado (2013), o projeto de edificações, geralmente, não está mais limitado à representação gráfica do produto e seus elementos construtivos. Mas, se estende através da produção de documentos de parametrização da execução da edificação, a qual compreende a construção da edificação. Analogicamente, a preocupação com o projeto tem ganhado cada vez mais importância em relação ao processo construtivo das edificações (LIU; OLIVEIRA; MELHADO, 2011; PERALTA, 2002).

O processo construtivo, modo de se construir o edifício, envolve um conjunto de fases que subdividem o ciclo de vida da edificação. Sánchez (2008) afirma que as fases curtas englobam a concepção, o desenvolvimento e a implementação do empreendimento. Por outro lado, a utilização e a operacionalidade são fases longas do ciclo de vida.

De acordo com Degani e Cardoso (2002), a *Association Haute Qualité Environnementale* adotou conceitos de aspectos ambientais e impactos ambientais definidos pelas normas internacionais da série ISO 14000 para definir o ciclo de vida do edifício. Deste modo, o ciclo de vida contempla as seguintes etapas: planejamento, concepção do empreendimento; implantação, produção do edifício; uso, início da fase pós-ocupacional; manutenção e conservação, reposição dos componentes para estender a vida útil do edifício; e, demolição, processo de desmonte.

Ainda que haja diferentes percepções sobre as etapas do ciclo de vida de uma edificação, há quase um consenso de que as fases iniciais são determinantes para o ciclo de vida da edificação. O gráfico 3 representa, de forma geral, a importância das fases de planejamento, etapas de concepção e de projeção, em comparação com as demais fases e a influência que cada uma destas fases representa para a vida útil da edificação.

Gráfico 3 – Grau de influência das fases sobre a vida útil da edificação.



Fonte: Ferro (2014, adaptado pelo AUTOR, 2015).

Neste caso, a concepção, etapa que abrange a análise de viabilidades, programa de necessidades e elaboração de projetos, tem impacto sobre as demais fases da obra. Esta primeira etapa é determinante no ciclo de vida da edificação. Na sequência, a etapa do projeto é determinante para a eficiência da execução da obra. A execução, por sua vez, acaba influenciando na qualidade do funcionamento dos sistemas e sua eficiência durante o uso na fase pós-ocupacional e assim por diante. (PERALTA, 2002; SOUZA, 1997; MELHADO, 1994; PICCHI, 1993).

### 3.3 GESTÃO DO PROJETO

Segundo Melhado, Oliveira e Liu (2011), a gestão do processo de projetos é entendida como a administração que começa com uma ideia e finaliza com a produção de uma documentação completa. Esta documentação é constituída por relatórios, memoriais, e principalmente, projetos, cujos parâmetros geram a construção de um edifício. A gestão de projetos inicia a partir do planejamento do processo de projeção, que compreende em estabelecer os objetivos e parâmetros para o desenvolvimento do projeto; definir o escopo, segundo as especialidades

e etapas; e, planejar os recursos, as etapas e os prazos de diversas etapas por especialidade, para estabelecer os cronogramas.

O gerenciamento de projetos consiste no planejamento e controle das atividades de projeto, com o propósito de assegurar a qualidade na construção do edifício. Segundo Souza (1997), a coordenação de projetos significa: garantia de comunicação entre participantes dos projetos, soluções para interferências entre partes elaboradas por projetistas distintos, coerência entre produto projetado e executado, garantia de qualidade da produção e do produto através da padronização de procedimentos, e integração entre projeto e execução. Deste modo, destacam-se alguns princípios que podem contribuir com o gerenciamento de projeto: coordenação, racionalização, construtibilidade, comunicabilidade ou fluxos de informações, e compatibilidade.

### **3.3.1 Coordenação**

A coordenação de projetos pode ser definida como um processo que compreende a organização das etapas do projeto, a análise, controle e compatibilização das soluções técnicas, a elaboração de projetos executivos e respectivo acompanhamento do desempenho (RODRÍGUEZ; HEINECK, 2001).

De acordo com Melhado e Melhado (2008), a coordenação tem como finalidade, o desenvolvimento de um projeto interativo e coletivo. Para tanto, deve compreender momentos de verificação, de análise crítica, e de validação das soluções, sem impedir o trabalho especializado de cada um; precisa de um contexto legal e normativo que afeta cada empreendimento e necessita estabelecer uma visão estratégica do desenvolvimento do projeto.

O coordenador do projeto deve ter a visão do todo para antever os problemas no processo. Este papel é mais amplo e não deve ser confundido com o de compatibilizar as diversas especialidades do projeto (MAYR, 2007; ADESSE; SALGADO, 2006). Portanto, a coordenação pode ser construída através de um processo gradual de identificação de dependências para alcançar níveis adequados de: concepção técnica, construtibilidade e desempenho (SÁNCHEZ, 2008).

### 3.3.2 Racionalização

A racionalização é um princípio que pode ser aplicado a qualquer método, processo ou sistema construtivo. Especificamente para a construção tradicional, significa a implantação de medidas de padronização de componentes, simplificação de operações e aumento de produtividade, que podem trazer grandes reduções de custos (MELHADO, 1994).

Para Sabbattini (1989), a racionalização na construção se dá em dois níveis: setorial e técnico construtivo. Para este último, a racionalização construtiva é definida como um processo composto pelo conjunto de todas as ações visando a otimização de recursos materiais, humanos, organizacionais, energéticos, temporais e financeiros.

A racionalização construtiva é entendida como a representação das fontes e mecanismos de eficácia, tendo em vista os condicionantes de um dado mercado, e a capacidade de analisá-los, formalizá-los e operacionalizá-los em ferramentas e métodos de organização e de gestão ou em ferramentas de tomada de decisão (CARDOSO, 1996).

### 3.3.3 Construtibilidade

A *Construction Industry Institute – CII* define construtibilidade como uso otimizado do conhecimento e da experiência em construção no planejamento, projeto, contratação e trabalho no canteiro, para atingir os objetivos globais do empreendimento (GRIFFITH; SIDWELL, 1995).

A construtibilidade refere-se ao emprego adequado do conhecimento e da experiência técnica em vários níveis com o intuito de racionalizar a execução dos empreendimentos, enfatizando a inter-relação entre as fases de projeto e execução. No projeto, a construtibilidade pode ser considerada como uma aplicação de conhecimento e de experiência durante o desenvolvimento dos projetos somado às diretrizes gerais. Diretrizes estas, que permitem racionalizar a execução dos empreendimentos (RODRIGUEZ; HEINECK, 2002).

Segundo Griffith e Sidwell (1995), os projetistas devem ter uma abordagem individual em função das particularidades de cada subsistema predial, mas é necessário indicar diretrizes gerais que sejam comuns a todos os intervenientes:

- Simplificar os detalhes de projeto para simplificar a execução;

- Projetar para a habilidade e a experiência de mão-de-obra disponível;
- Projetar para sequências práticas e simples das operações de construção;
- Projetar para substituições e tolerâncias práticas dos materiais/componentes no local do trabalho;
- Projetar para padronizar e usar o número máximo de repetições quando apropriado;
- Projetar para simplificar as substituições; e,
- Projetar para facilitar a comunicação com o construtor.

### **3.3.4 Comunicabilidade**

Tem como objetivo encontrar a forma mais eficiente de transmitir uma informação associada ao produto e produção através da combinação de sistemas normatizados pela construção civil (OLIVEIRA R. R., 2010). Estes sistemas determinam representações gráficas e escritas associadas aos projetos. Eles incluem memoriais, diagramas e dados técnicos, e inclusive, às ilustrações do produto final.

Para Duarte e Salgado (2002), devem ser analisados dois aspectos em relação à comunicação das equipes: o primeiro aspecto se refere ao conteúdo do produto de cada um, o segundo aspecto se refere à troca de informações e documentos. Como produtos de linguagens diferentes, necessitam manter padronização dos elementos e características comuns a todas as especialidades como, por exemplo, a orientação em relação à prancha, a nomenclatura dos compartimentos e simbologias para minimizar a quantidade de informações diferenciadas. Em relação ao fluxo de documentos, é essencial a existência de um canal único de informações, com mensagens comuns a todos os membros, e, administrado por um membro coordenador da equipe. O gerenciador do projeto pode ser qualquer membro da equipe, mas de um modo geral, é o arquiteto.

### **3.3.5 Compatibilidade**

É um dos papéis fundamentais do projeto executivo. O princípio da compatibilização é a padronização de todos os projetos, incluindo o projeto arquitetônico e os projetos complementares, através de ajustes e análises críticas.

Para haver compatibilidade é importante manter a coordenação ao longo de todo o processo de projeção, evitando desautorizar alguma definição tomada anteriormente por falta de uma visão objetiva. Também é necessária a verificação das interfaces entre todos os projetos e sistemas. Por fim, depende de uma análise crítica das alternativas e avaliação de diretrizes destes mesmos projetos. Tem como produto final, os relatórios, contendo observações e critérios das avaliações; e, plantas comentadas, onde devem estarão assinaladas as correções e ajustes necessários (DUARTE; SALGADO, 2002).

### 3.4 NORMAS E LEIS

Sabe-se que o projeto tem finalidade legal perante aos órgãos fiscalizadores, e também tem papel importante na execução. Determina não apenas o produto final, mas também o processo executivo. Da mesma maneira, o projeto deve se submeter às leis e atender aos critérios normativos.

Neste item, será feita uma breve revisão sobre normas e leis vinculadas ao projeto de edificações, que devem ser consideradas indispensáveis na concepção e no projeto. Dentre elas, foram selecionadas: Plano Diretor, NSCI-CBMSC, NBR 9050 e normas de projeto.

#### 3.4.1 Plano diretor

Segundo Saboya (2008), o plano diretor orienta todas as ações concretas de intervenção sobre o território, independentemente do fato dessas ações serem levadas a cabo pelos indivíduos, pelas empresas, pelo setor público ou por qualquer outro tipo de agente.

Sabemos que a implantação de um novo empreendimento, usualmente é fundamentada a partir de uma análise de mercado para averiguar a viabilidade deste empreendimento. O plano diretor, talvez seja o maior delimitador do empreendimento, junto com a viabilidade econômica e limitação técnica. Pois, algumas características do empreendimento delimitadas no plano diretor como o uso, o índice de aproveitamento, a taxa de ocupação e infiltração, os recuos e o afastamento são fundamentais para determinar a tipologia da edificação. O quadro 2 representa um quadro de parametrização de uso e ocupação de solo anexo do plano diretor.

Quadro 2 – Anexo 10 do P.M.C. - Parâmetros de Uso e Ocupação do Solo Municipal.

ÁREAS, SETORES e ZONAS	USOS			OCUPAÇÃO												Afastamento - A (m)	
	Permitido	Permissível	Proibido	Índice de Aproveitamento - IA		Taxa de Ocupação - TO (%)		Taxa de Infiltração - TI (%)		Testada Mín. (m)	Lote		Núm. Máx. Pav.	RECUO Frontal (m)			
				Bás.	Máx.	Bás.	Máx.	Bás.	Min.		Min. (m²)	Máx. (m²)					
ZM 1-16	-HU; -HCH; -HCV; -It; -C1(14); -C2(17); -C3(18); -CSV8(14)(16); -CSS2(14)(16); -CSG(19).	-C4; -CSE1(15).	-Todos demais Usos.	3,50	4,00 (1)(2)	60	70 emb.; 60 torre	25	20(41)	12,00	360	10,000 (43)	16	4,00	s/ afast.p/ H≤6,50.	H/5≥1,50	
ZM 1-8	-HU; -HCH; -HCV; -It; -C1(14); -C2(17); -C3(18); -CSV8(14); -CSS3(14)(16); -CSG(19).	-C4; -CSE1(15).	-Todos demais Usos.	3,00	4,00 (1)(2)	60	70 emb.; 60 torre	25	20(41)	12,00	360	10,000 (43)	8+2(1) (2)(44)	4,00	s/ afast.p/ H≤6,50	H/5≥1,50	
ZM 2-4	-HU; -HCV; -C1(20); -C2(21); -CSV8(2); -C3(18); -CSS2(12)(14)(16); -CSG(23); -It.	-HCH; -It; -C3(18); -C4; -CSE1(12).	-Todos demais Usos.	2,50	-	60	70	25	20(41)	12,00	360	10,000 (43)	4	4,00	-	H/4≥1,50	
ZM2-8	-HU; -HCV; -C1(20); -C2(21); -CSV8(2); -CSS2(12)(14)(16); -CSG(23); -It.	-HCH; -It; -C3(18); -C4; -CSE1(12).	-Todos demais Usos.	3,00	*	E=70 T=50	-	25	20(41)	12,00	360	10,000 (43)	8+2(1) (2)(44)	4,00	≥1,50 p/ H ≤ 6,5	H/5 ≥1,50	

Fonte: P.M.C. (2014).

Para determinados zoneamentos, nota-se que, o plano diretor não exige afastamento para o embasamento desde que cumpra determinados critérios exigidos pelo plano diretor. Estes critérios usualmente incentivam comércio e garagem.

### 3.4.2 NSCI

Para a concepção e projeto de edificação em Santa Catarina é essencial conhecer e aplicar a norma de segurança contra incêndio.

“As presentes normas têm por finalidade fixar os requisitos mínimos nas edificações e no exercício de atividades, estabelecendo Normas e Especificações para a Segurança Contra Incêndios, no Estado de Santa Catarina, levando em consideração a proteção de pessoas e seus bens”. (NSCI, 1992, pg. 5)

Edificações multifamiliares verticais são alternativas aplicadas para ocupação de solo em regiões urbanas, densamente ocupadas. Entretanto, o risco de incêndio nas edificações não pode ser desprezado para se evitar tragédias como a do edifício Joelma, 1974, em São Paulo onde houve 191 casualidades ou como a Boate Kiss, 2013, em Santa Maria, onde morreram 254 pessoas. Para Andrade C. (2010), o conceito de edificação segura contra incêndios influencia a forma de pensar em arquitetura, independente de se tratar de uma edificação térrea ou edifício alto.

### **3.4.3 NBR 9050**

Segundo a NBR 9050, ABNT (1995), o projeto, a construção, a instalação e adaptação de edificações devem considerar as condições de acessibilidade, inclusive para mobiliários, espaços da cidade e equipamentos urbanos. Por esta razão, a norma estabelece critérios e parâmetros técnicos que são aplicados nas áreas de uso comum de edificações residenciais multifamiliares. Atualmente, existe uma preocupação maior em criar ambientes planejados para promover e encorajar a inclusão, que permitam a adaptação de qualquer indivíduo atendendo aos princípios do desenho universal.

### **3.4.4 Normas de Projeto**

Estas normas, em geral, são aplicáveis ao conjunto de atividades do projeto. Tem como finalidade fixar condições exigíveis para a compreensão do projeto como documento legal e executivo.

#### *3.4.2.1 NBR 6492: Representação de projetos de arquitetura*

Esta norma fixa condições exigíveis para representação gráfica de projetos de arquitetura visando à boa compreensão das informações gráficas, mas não abrange critérios de projeto. Para a aplicação desta norma e faz necessário consultar a NBR 10068 – Folha de Leiaute e dimensões – Padronização (NBR 13531, ABNT, 1995).

#### *3.4.2.2 NBR 10068: Folha de leiaute e dimensões – padronização*

Padroniza as características dimensionais das folhas em branco e pré-impressas a serem aplicadas em todos os desenhos técnicos. Para



a aplicação desta norma é necessário consultar NBR 8402 – Execução de caracteres para escrita em desenhos técnicos – Procedimento e a NBR 8402 - Execução de caracteres para escrita em desenhos técnicos – Procedimento (NBR 10068, ABNT, 1987).

#### *3.4.2.3 NBR 13531: Elaboração de projetos de edificações – atividades técnicas*

Norma geral e aplicável em conjunto de normas especiais instituídas para atividades de projeto. Estas atividades são: arquitetura, estruturas, instalações hidráulicas, elétricas e mecânicas, luminotécnica, comunicação visual, paisagismo, impermeabilização, entre outras. É aplicável a todas as classes tipológicas funcionais e formais das edificações, aos serviços técnicos de obras (NBR 13531, ABNT, 1995).

#### *3.4.2.4 NBR: 13532: Elaboração de projetos de edificações – arquitetura*

É complementar à NBR 13531, ABNT (1995) fixa as condições exigíveis para a elaboração de projetos de arquitetura para a construção de edificações. Trata da abrangência e determinação da concepção arquitetônica e engenharia da edificação, elementos, instalações prediais e componentes construtivos, bem como materiais para construção. Estes devem ser determinados e representados para o efeito de orientação, coordenação e conformidade das atividades técnicas do projeto. É aplicável a todas as classes tipológicas funcionais e formais das edificações, aos serviços técnicos de obras (NBR 13532, ABNT, 1995).

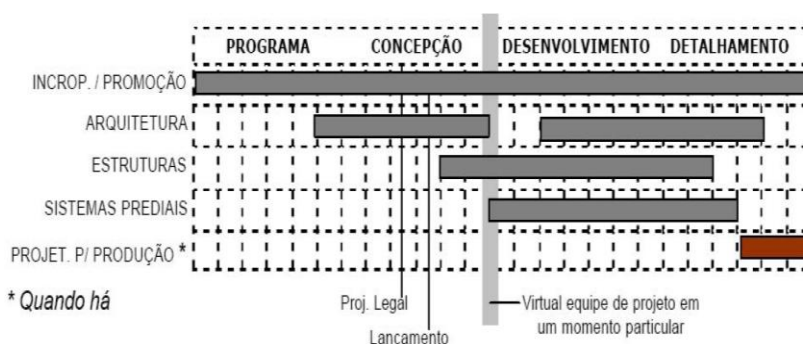
### 3.5 ANÁLISE CRÍTICA

O projeto de edificações é um processo de resolução de problemas que, na prática, dificilmente, consegue ser pré-determinado de forma clara, em virtude dos muitos e diferentes interesses envolvidos. Para Melhado e Melhado (2008, p.68), “A construção de edifícios talvez seja a única indústria que exerce a prática de fabricar seu produto (edifício) sem uma definição clara de como produzi-lo”.

### 3.5.1 Etapas

O processo construtivo tradicional caracteriza-se pela fragmentação entre atividades de projeto e obra. Não obstante, notam-se as mesmas características no processo de projeto das edificações no setor imobiliário no Brasil. De um modo geral, os projetos apresentam características da engenharia sequencial, reforçada pela falta de integração das atividades projetuais e construtivas, como mostra a figura 3.

Figura 3 – Esquema genérico do um processo sequencial de projeto de edifícios e respectivos agentes.



Fonte: Fabrício; Melhado (2001).

Segundo Mayr (2007), o projeto, normalmente, é realizado de maneira sequencial e é fragmentado por especialidades profissionais que não levam em conta a interdependência das decisões de projeto, para atender conveniências justificadas, como razão econômica. Outro aspecto a ser considerado é o fato de o projeto ser tratado ainda de maneira estanque em relação ao planejamento e a obra. Evidentemente, o processo carece de integração entre as fases.

### 3.5.2 Importância

É comum na construção de edifícios, incumbir ao canteiro de obra decisões técnicas e construtivas. Isto ocorre devido à precariedade de detalhamentos dos projetos. Geralmente, os projetos são executados de modo a cumprir uma “agenda” burocrática em órgãos públicos e de

fiscalização, sem considerar a viabilidade técnica e construtiva do produto como um todo.

A constatação de deficiências de projeto durante o processo de execução leva à necessidade de decisões apressadas e à improvisação para adaptação das soluções formuladas no projeto (MAYR, 2000).

A arquitetura, ao voltar-se mais e mais, para a questão formal, acaba por distanciar-se da prática da obra. O ensino de arquitetura e a experimentação teórica através do desenho, necessária para rever dogmas, estabelecer novos valores e abrir possibilidades, acaba criando uma cultura de projeto pelo projeto, dissociada da realidade construtiva esquecendo, talvez, que o projeto só se justifica pela obra e de que a obra só existe a partir do projeto. (MAYR, 2000 p. 18).

Koskela et al. (1997), afirmam que o gerenciamento de projetos e dos serviços de engenharia é uma das áreas mais negligenciadas nos empreendimentos de construção, levando à substituição do planejamento e do controle pelo “caos” e pela improvisação no processo.

### **3.5.3 Gestão**

Existe um esforço do gerenciamento de projeto no sentido de utilizar a engenharia simultânea para alcançar maior integração entre os diversos sistemas prediais, ainda que, restritos à etapa de projeto. No entanto, Melhado (2005) afirma que a passagem da prática tradicional de projeto sequencial para a simultaneidade, é dificultada pela falta de ferramentas de gestão e de comunicação, que tornem produtivo o trabalho em conjunto dos profissionais das diversas especialidades de projeto.

De acordo com Melhado e Melhado (2008), as responsabilidades de projeto são distribuídas entre diversos especialistas. A eles são incumbidas parcelas cada vez menores de um todo, e são dependentes de informações de terceiros, cujas definições provocam interferências múltiplas.

Em função de suas diferentes formações, a linguagem utilizada por cada projetista também é diferenciada. Este é um dos fatores que ocasiona problemas de comunicação e de compreensão dos requisitos de projeto. Outro aspecto importante é o fato de os projetistas pertencerem

a distintas organizações, trabalharemos separadamente, e na maior parte dos casos, trabalharemos em locais diferentes. Isto reforça a segmentação entre estes os projetos, propiciando o aumento das incompatibilidades (TZORTOPOULOS, 1999).

Desta forma, cabe aos empreendedores a responsabilidade pela iniciativa de mudanças em posturas e métodos dos agentes envolvidos no processo de planejamento, incluindo, concepção e projeto. Para Adesse e Salgado (2006), o papel de coordenação de projetos, é adequado para se ter uma visão do todo. Este papel é mais amplo e não deve ser confundido com o de compatibilizar as diversas especialidades do projeto.

### **3.5.4 Disposição legal e normativa**

A grande dificuldade da elaboração de um projeto de edificação que contemple exigências do plano diretor, NBR 9050, NSCI, além de atender à engenharia espacial e as especificações técnicas dos sistemas construtivos, está na formação dos profissionais. Andrade C. (2010) e Seito et al. (2008) afirmam que os currículos dos cursos de arquitetura e engenharia têm um conteúdo extenso e apertado, não possibilitando transmitir conhecimentos, como é o caso do sistema de controle de incêndios – SCI.

Em projetos, existe muita dificuldade em relação à padronização de linguagem gráfica. Algumas das principais normas de projetos da ABNT, referentes aos projetos, foram criadas antes de 1997. A partir deste ano, o sistema CAD – *Computer Aided Design* começou a ser aplicado em grande escala na construção civil com o lançamento da versão R14, apesar do AutoCAD ser um programa comercializado pela Autodesk, Inc. desde 1982. Desde então, muito pouco foi considerado em termos de padronização de linguagem e procedimentos de projeto, adequados ao uso destas ferramentas computacionais gráficas.

## 4 MODIFICAÇÕES DE PROJETOS

Para Ibbs et al (2007), a modificação em um projeto de construção é entendida como um caso que resulta na alteração do escopo do projeto original, no tempo de execução, no custo e na qualidade do trabalho. Entretanto, uma alteração pode abranger qualquer modificação, seja quanto à forma, tamanho e função do produto como um todo, ou em parte; além disso, pode levar a diferentes interações e dependências dos elementos constitutivos do produto.

Conforme Melhado e Melhado (2008), as falhas na definição do processo de projeto, a sua forma de validação e de controle, e o detalhamento feito em obras são tratados como modificação de projeto. Para Jarratt et al. (2011), em um sentido amplo de engenharia, a modificação é uma alteração em desenhos ou softwares que já foram liberados durante o processo de design de produto e ciclo de vida, independentemente da escala ou tipo.

As consequências das modificações podem interferir na programação de obra, representando um transtorno para o processo de confecção do produto, e, como resultado desencadeia uma série de problemas que podem prejudicar economicamente e qualitativamente. Dentre as consequências pode-se citar: perda de controle sobre a produção, isto pode provocar aumento de atividades corretivas e atrasos no cronograma; o retrabalho, que reflete em custos de honorários e perda no ritmo de produção; e, o próprio desperdício de material, que, por si só, representa custos adicionais não previstos na obra.

### 4.1 CARACTERÍSTICAS

Segundo Motawa et al. (2007 apud STASIS et al 2013), as alterações podem ser categorizadas da seguinte maneira: tempo (antecipado/emergente, pró-ativa/reactiva, pré-fixidez/pós-fixidez); necessidade (eletiva/necessário, discricionária/não-discricionária, preferencial/regulamentar) ou efeito (benéfico/ neutro/disruptivo).

As categorias apresentadas acima proporcionam muitas variáveis flutuantes para aplicar em um projeto de experimentos. Contudo, a classificação de uma modificação por efeito é um critério importante a ser considerado. Porém, quando se avalia o impacto da modificação, é importante salientar que não é necessariamente a modificação que precisa ser classificada, mas sim, o impacto da avaliação que deve ser avaliado como benéfico, neutro ou disruptivo. E

a avaliação do impacto somente será avaliada após a análise de resultados provenientes das características da modificação.

Visto que o projeto tem o propósito de uso prático, a avaliação do impacto de modificações no projeto na programação da obra precisa restringir as variáveis de análise dos bancos de dados ao máximo para obter valores estatísticos confiáveis.

Outro aspecto a ser considerado, é a premissa de que todas as modificações do projeto original são indicadores de que algum procedimento não foi atingido e sempre irá gerar algum tipo de transtorno no processo construtivo. Isto não necessariamente significa que as consequências terão um balanço negativo para o produto, já que existem modificações propositais e estratégicas para obter benefícios na redução de custos, melhoria na execução ou aumento de desempenho da edificação.

Sabendo que ocorrem modificações devido aos imprevistos na obra e modificações propositais, para este trabalho foram categorizadas as modificações conforme a intencionalidade do agente responsável. Para tanto, foram divididas, primariamente, em intencionais ou não intencionais.

As modificações intencionais usualmente são motivadas por estratégia da empresa, que implique em alguma melhoria para a edificação, para o processo construtivo ou para a satisfação de necessidades do usuário através da customização. Mas, a modificação intencional também pode ser atribuída ao cliente que altera a unidade comercial ou habitacional com o propósito de diferenciar o ambiente, de modo que, atenda melhor próprias necessidades.

As modificações não intencionais, de modo geral estão vinculadas às diretrizes construtivas na fase de planejamento ou na fase de projeto. Normalmente, são causadas no projeto devido a falhas vinculadas à comunicação, compatibilidade, racionalização e construtibilidade. O problema para a construção civil é que grande parte destas falhas acaba durante ou após a execução parcial do elemento construído. Neste caso, as modificações ocorrem como medidas corretivas.

## 4.2 ORIGENS E CAUSAS

De um modo geral, os problemas ocorridos em obras são originados nos projetos (ADESSE; SALGADO, 2006; MAYR, 2000; MELHADO, 1998; SOUZA; RIPPER 1998). É atribuída à fase de

planejamento, concepção e projetos, a origem da maioria dos resultados negativos na execução e qualidade do produto final (MUTTI, 1999). Esta responsabilidade se deve ao fato de alterações serem provenientes da incapacidade dos projetos, como um todo, em transmitir informações corretamente necessárias para a execução da edificação (MELHADO; MELHADO, 2008).

O projeto tem grande importância na qualidade do empreendimento e na eficiência na produção. Erros e falhas originados no projeto quase sempre causam impacto negativo na qualidade do produto, perda de eficiência do processo executivo, podem contribuir para os atrasos no cronograma de execução, e consequentemente, gerar custos desnecessários para as empresas e para os clientes.

De acordo com Adesse e Salgado (2006), a falta de conhecimento para fundamentar diretrizes referentes ao empreendimento interferem na concepção do projeto. Como os projetos são responsáveis pelos parâmetros de execução, a eles são atribuídos os erros e equívocos ocorridos nas obras transformando-os no ‘vilão’ da qualidade na construção.

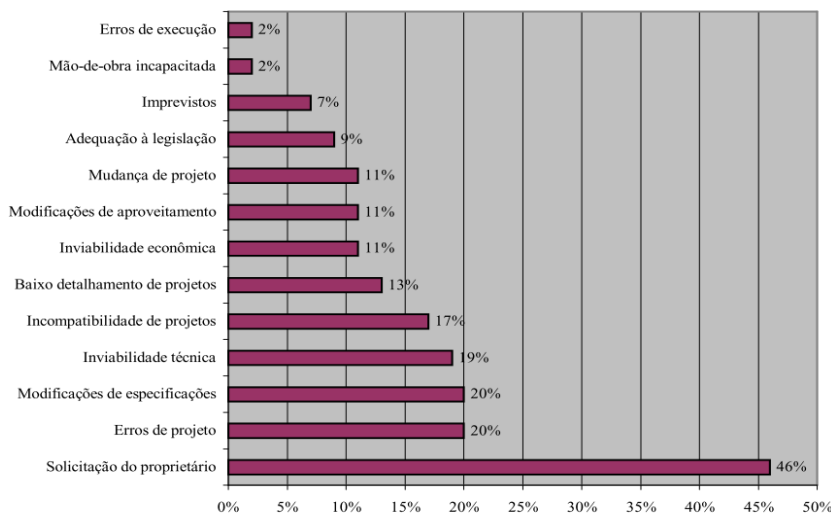
Segundo Mayr (2000), as modificações não associadas ao projeto também modificam as condições de realização da obra, são denominadas imprevistos. Destacam-se os seguintes imprevistos nas obras: problema de identificação de características do solo, quando não é identificado pelas sondagens; e, também os problemas de fornecimento, que envolvem controle de planejamento na fase de execução e, muitas vezes, saem do escopo planejado por variáveis externas ao controle da empresa.

Como foi falado anteriormente, existem as alterações estratégicas que são frequentemente incumbidas aos empreendedores ou construtores e as customizações das unidades habitacionais, relacionadas ao cliente e usuário. Santana et al (2008) afirma que a customização da moradia é outro aspecto a ser considerado dentre as origens das modificações, pois, representa um recurso para reverter à insatisfação de potenciais clientes em relação ao perfil do imóvel padrão do empreendimento.

Para Schmitt (1998), o processo de planejamento requer inúmeras alterações devido ao fato do projeto ser um documento tão complexo. Por esta razão, sua qualidade fica a desejar. Porém, são inúmeras as causas de modificações dos elementos e ambientes da edificação.

De forma a esclarecer esta afirmação, Schmitt realizou uma pesquisa com 54 empresas atuantes na construção civil aplicando um questionário referente às causas das modificações nos projetos. Neste questionário as empresas deveriam manifestar opinião positiva ou negativa, sobre cada potencial causa de modificação em seus empreendimentos. O gráfico 4 mostra o percentual de respostas positivas para cada uma das possíveis causas de modificação de projeto.

Gráfico 4 – Causas das modificações nos projetos.



Fonte: Schmitt (1998).

Através dos resultados apresentados no gráfico acima, observa-se a percepção das construtoras a respeito das modificações do projeto. O proprietário foi considerado o maior responsável pelas alterações, devido a suas solicitações. Entretanto, de um modo geral, os projetistas e as empresas podem ser responsabilizados por todas as outras causas de modificação em projeto.

#### 4.3 RESPONSÁVEIS

Segundo a Associação Brasileira de Normas Técnicas (NBR 5671, ABNT, 1990), são considerados intervenientes: o financiador, o executante, o projetista, o fiscal, o fabricante de materiais e

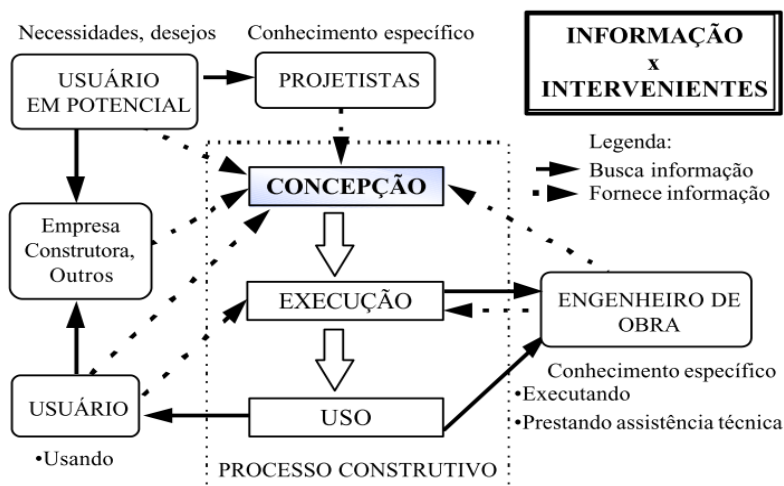


equipamentos, o corretor, o usuário, o adquirente; o consultor técnico; entre outros agentes que possam interferir na fase construtiva da edificação.

Dentro do ciclo de vida da edificação, principalmente nas diferentes fases do processo construtivo, existem intervenientes que participam de muitos setores com diferentes funções gerando grande número de interfaces. As interfaces entre os intervenientes de cada fase do processo construtivo e os intervenientes que participam de uma mesma etapa são pontos vulneráveis. Normalmente, são nestes pontos onde ocorre o maior número de problemas. Por isso, necessitam de uma organização do fluxo de informação entre os intervenientes e uma maior preocupação com a gestão destas interfaces, de modo que não prejudique a qualidade do produto. Pode-se dizer que no processo construtivo existem três principais tipos de atores: os usuários, os construtores e os projetistas (CARTY, 1995). Estas interfaces são definidas como zonas de vulnerabilidade para o desempenho da edificação (CARTY, 1995; GARCIA; MESEGUER, 1991).

Oliveira e Freitas (1997) representam na figura 4, as interfaces entre os intervenientes com respectivas fases no processo construtivo destacando os principais agentes envolvidos.

Figura 4 – Principais intervenientes envolvidos no processo construtivo.



Fonte: Oliveira; Freitas (1997).

Neste esquema, nota-se que os autores se referem à concepção como a fase de planejamento. A fase de planejamento inclui a etapa de concepção do empreendimento e a etapa de projetos.

#### **4.3.1 Usuários**

A customização em unidades habitacionais de edifícios residenciais multifamiliares tem aumentado na medida em que a população urbana tem optado em viver em apartamento, ao invés de casa, por motivos alheios à questão econômica. Através de entrevistas com profissionais envolvidos com o setor imobiliário e de arquitetura de interiores, percebe-se o seguinte: as customizações aumentam nas mesmas proporções em que aumenta o padrão do edifício. Esta alteração vinculada ao cliente pode estar vinculada ao problema de layout do apartamento, mas se origina a partir da necessidade de personalização da unidade habitacional. A consequência é que a falta de interação entre projetos de interiores e projeto originais podem gerar alterações incompatíveis, não construtivas e incompreensíveis, e algumas vezes, inclusive, contraditórias.

Ferreira Filho e Magalhães (2011) realizaram uma pesquisa com 34 profissionais da área de projeto que trabalham com o nicho de arquitetura de interiores e customização. O propósito era compreender a relação dos agentes envolvidos no processo de produção de projetos e execução de obras. Dos profissionais entrevistados, 65% afirmaram que aqueles clientes que buscam customizar seus imóveis apontam como principal necessidade, a adequação da moradia ao uso dos moradores e, 88% dos entrevistados afirma que as construtoras não possuem contrato com profissionais para auxiliar seus clientes na reconfiguração da planta baixa.

#### **4.3.2 Construtoras**

Alguns empreendedores, por não terem clareza do produto a ser comercializado, envolvem o arquiteto, autor do projeto, o gerente técnico, e algumas vezes, os projetistas, para verificação de hipóteses, indefinições e variações a respeito do que deve ser a edificação (ADESSE; SALGADO, 2006). Pode-se atribuir algumas causas relevantes de modificações de projetos em obras às construtoras. Estas causas são: erros de execução, mão-de-obra incapacitada, imprevistos de adequação à legislação, mudança de projeto, modificações de

aproveitamento, inviabilidade econômica, modificações de especificações.

As empresas do setor, normalmente, não dão a atenção necessária a estas análises, que são usualmente desenvolvidas, sem um método adequado e sem uma base de informações confiáveis (TZORTZOPOULOS, 1999). É comum ocorrer ajustes durante o período de definição do padrão e dos custos do empreendimento por depender de diversos fatores como as possibilidades financeiras da empresa e as necessidades dos clientes finais. Assim que os custos previstos para o empreendimento forem determinados, algumas diretrizes podem ser alteradas para adaptar-se às condições do mercado que oscila conforme a economia, a tecnologia, entre outros fatores (TZORTZOPOULOS, 1999; OLIVEIRA, 1997).

Através de uma pesquisa com empresas do setor de edificações, Adesse e Salgado (2006), confirmaram que a grande maioria das empresas que afirmaram que “solicitam modificações com frequência”, contrata grande parte de seus profissionais durante o desenvolvimento do projeto legal e uma pequena parte durante o projeto executivo.

### **4.3.3 Projetistas**

As causas de modificações quase sempre são: inconsistências na informação do projeto, soluções mal formuladas, e incompatibilidade entre projetos (MAYR, 2000). Aos profissionais da área de projeto são atribuídas às causas mais relevantes das modificações: imprevistos, inadequação à legislação, mudança de projeto, baixo detalhamento de projetos, incompatibilidade de projetos, inviabilidade técnica, e erros de projeto.

De acordo com Figueiredo (2006), adaptações são ações corretivas e alterações de projeto em obra, que visam ajustar uma inconsistência ou não conformidade em relação ao projeto, procedimento, material ou desempenho do produto executado. Ocorre quando a construtora identifica uma não conformidade associada ao projeto, e age para ajustá-la.

Souza e Ripper (1998) constataram que estudos preliminares deficientes e anteprojetos equivocados são responsáveis pelo desperdício e transtornos no processo executivo. Mas, as falhas do projeto executivo de engenharia são responsáveis por manifestações patológicas

#### 4.4 ATRIBUIÇÃO DA RESPONSABILIDADE

Ao longo da história da construção civil no Brasil, muitas características negativas foram associadas ao setor das edificações, principalmente, àquelas construções que adotaram os sistemas tradicionais. Apesar disto, era incomum ocorrer em implicações legais sobre as construtoras, em função de atrasos na entrega do produto, geração de resíduos e entrega de edificações com desempenho aquém do combinado.

Hoje em dia, os clientes estão mais exigentes e os órgãos fiscalizadores estão desempenhando seu papel de forma mais ativa em relação à construção civil. Boa parte dos componentes utilizados no setor de edificação passa pela aprovação do INMETRO. Órgãos financiadores, como por exemplo, a Caixa Econômica Federal – CEF está exigindo certificações das empresas como a ISO e os selos verdes. Também existe mais facilidade de acesso aos códigos e leis, permitindo que clientes estejam atentos às obrigações das construtoras.

Segundo Pelacani (2010), o Código de Defesa do Consumidor prevê responsabilidade do construtor nas três fases do empreendimento:

- Na fase de projeto, quando os vícios previsíveis podem ser evitados;
- Na fase de fabricação ou execução, quando outros vícios imprevistos podem e devem ser contornados;
- Na fase pós-ocupação, dentro do prazo de garantia, dentro do qual é de se esperar desempenho da obra correspondente ao prometido, e onde informações ou instruções adequadas podem evitar o aparecimento de novos problemas.

O construtor fica responsável pela adequação da obra às exigências sanitárias e de segurança, incluindo estética e funcionalidade desde a apresentação do projeto até sua final execução. Estas exigências implicam no atendimento do disposto nos Códigos de Zoneamento, Códigos de Edificações, Códigos Sanitários, Regulamentos Profissionais, Planos Diretores e outros órgãos que impõem condições e criam responsabilidades assumidas intrinsecamente pelos profissionais, que podem ser punidos pela desobediência. Conforme o Código Civil Brasileiro, o profissional não pode alegar desconhecimento da existência da lei, decreto, regulamentação ou norma técnica para se isentar da responsabilidade (GRANDISKI, 2001).

Para Meirelles (1996), a construção de obra particular ou pública, além das responsabilidades estabelecidas no contrato, independente da convenção das partes pode acarretar em atribuições legais para o construtor, o autor do projeto, consultor ou proprietário. As responsabilidades são:

- Da perfeição – os artigos 615 e 616 do Código Civil autorizam quem encomendou a obra a rejeitá-la quando defeituosa, ou a recebê-la com abatimento no preço, se assim lhe convir.
- Dos defeitos – de acordo com a NBR 13752/96, item: 3.28 são os danos, consequências dos defeitos e vícios do produto ou serviço, que afetam ou ameaçam afetar a saúde ou a segurança do consumidor.
- Penalidades – o Código Penal, leis especiais, e o Código de Defesa do Consumidor – CDC preveem em alguns casos penas para aqueles que não cumprem com suas obrigações. Por exemplo, o Art. 66 do Código de Defesa do Consumidor - Lei 8078/90 (1990) dispõe o seguinte: [...Fazer afirmação falsa ou enganosa, ou omitir informação relevante sobre a natureza, característica, qualidade, quantidade, segurança, desempenho, durabilidade, preço ou garantia de produtos ou serviços”, sendo o infrator suscetível a pena de detenção de três meses a um ano e multa...]

#### 4.5 INSTRUMENTOS DE CONTROLE EM OBRA

Na construção civil, as adaptações, falhas nos procedimentos operacionais ou de segurança, substituição de componentes, não atendimento às normas, de um modo geral são tratados como não conformidades. Segundo a ISO 9000 (2005), “Não conformidade é um não atendimento a um requisito”.

Existe uma preocupação com as não conformidades e suas respectivas consequências para com a programação da obra, retrabalho, desperdício de material e qualidade da edificação durante o uso. A criação de programas como PBPQ-H (2005) e normas como a NBR 15575, ABNT (2005), vem a confirmar a necessidade de lidar com estes tipos de problemas na indústria da construção civil, mais especificamente, no setor de edificações.

O Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat – PBQP-H tem como meta, organizar o setor da construção civil em torno da qualidade do habitat e a modernização produtiva. Para isso o PBQP-H adota o Sistema de Avaliação da Conformidade de Empresas de Serviços e Obras – SIAC, para avaliar a conformidade do sistema de gestão da qualidade das empresas de serviços e obras. (PBQP-H, 2005)

Sob o título geral “Edificações habitacionais — Desempenho”, a NBR 15575, ABNT (2005), institui o nível de desempenho mínimo ao longo de uma vida útil para os elementos principais como estrutura, vedações, instalações elétricas e hidrossanitárias, pisos, fachada e cobertura de toda e qualquer edificação habitacional.

A construção civil, de modo geral, adota mecanismos para auxiliar no controle das anomalias e não conformidades na construção civil. Dentre os instrumentos de identificação e controle de problemas na construção civil pode-se destacar: registro de não conformidade – RNC, *as-built*, diário de obra e ficha de vistoria, e manual de procedimentos.

#### **4.5.1 Registro de não conformidade – RNC**

É um instrumento de fiscalização da obra. Deve descrever a falha na execução, seguida de informações gerais, como data, local da obra, elemento afetado e equipe envolvida. Tem como objetivo: registrar a ocorrência identificada, parando a atividade como forma de prevenção para prejuízos maiores; identificar riscos de perdas materiais, a integridade física da equipe e danos ao ambiente de trabalho, avaliando os parâmetros determinados em planejamento e projetos, estabelecendo critérios para dar continuidade às atividades; e, dar continuidade ou interromper o procedimento de modificação.

É conveniente que empresas utilizem esta ferramenta para ficarem a par da incidência de não conformidade. Uma vez que identificar o problema é essencial para a qualidade do produto. O RNC contribui para estabelecer ações corretivas e gerenciais, visando melhorias em novos empreendimentos (FIGUEIREDO, 2014).

#### **4.5.2 As-built**

*As-built* é uma expressão em inglês que significa “conforme construído”. Segundo a NBR 14645-1, ABNT (2000), consiste no levantamento de medidas existentes nas edificações, transformando as

informações aferidas em um desenho técnico que irá representar a atual situação.

As não conformidades identificadas estão centradas em dois aspectos de origem formal: a não sequência da auditoria dentro das disposições planejadas e a falta de registros de planejamento e execução da auditoria. (FIGUEIREDO, 2014 p.10).

Este procedimento ajuda a evitar conflitos e resulta num melhor aproveitamento das interações entre as diversas áreas e partes interessadas. É um importante registro para a fase pós-ocupacional e manutenção da edificação (NBR 14645-1, ABNT, 2000).

#### **4.5.3 Diário de obra**

Conforme Motta (2005), o diário de obras é um instrumento complementar e obrigatório. É exigido pela Lei 8.666/93, (BRASIL, 1993), e deve ser preenchido corretamente e revisado com pertinência. Este instrumento pode detectar a ocorrência de falhas que implicam na má qualidade do produto ou pode orientar procedimentos a serem adotados na prevenção de futuros transtornos. Coutinho et al (2012), afirma que todo fato vinculado à execução da obra, bem como as indicações para correção de falhas ou defeitos de execução observados, devem ser registrados num diário de obra.

#### **4.5.4 Fichas de vistoria**

O uso de “fichas de inspeção” é uma opção largamente aplicada em muitos trabalhos de avaliação do estado de conservação das construções, quer nova, quer antiga, tanto na inferência das condições de habitabilidade, como no apoio a ações de avaliação imobiliária e patrimonial (VICENTE apud FERREIRA et al., 2012).

#### **4.5.5 Manual de procedimentos**

Manual de procedimentos é um documento técnico, de caráter instrutivo, que se refere aos procedimentos adotados pela construtora em conformidade com normas. O objetivo é garantir que determinadas

soluções construtivas sejam incorporadas no domínio de conhecimento executivo da construtora.

Empresas construtoras têm adotado algumas medidas e posturas na gestão do processo de projeto, no sentido de aperfeiçoá-lo como um todo. Dentre as medidas se destacam, o manual de procedimentos de execução e controle da empresa, consolidando a tecnologia construtiva, que embasa a atividade de projeto (VANNI, 1999).

#### 4.6 CONSEQUÊNCIAS

Segundo Mattei (1998), a qualidade global de um empreendimento resulta da soma de três componentes: planejamento, projeto e execução da obra. A falta de qualidade nas fases iniciais tem consequências bastante significativas. Podem afetar o orçamento das obras com um acréscimo de até 25% nos custos.

As modificações nos projetos mesmo que intencionais, propiciam o desencadeamento de uma série de alterações de atividades relacionadas à edificação. Dentre as alterações que se estendem pelo ciclo de vida das edificações, pode-se destacar: fases de planejamento, envolvendo transtornos burocráticos em relação a aspectos legais; fases de execução, alterando atividades produtivas e programação de obra; e, na fase pós-ocupacional, que acarreta na perda precoce de desempenho real ou futuro dos elementos e sistemas construtivos, e redução de sua vida útil projetada.

Serão apresentados a seguir, exemplos de modificações em obras nas diferentes fases do ciclo de vida da edificação. Entretanto, para manter o anonimato da empresa, denominou-se como Construtora X.

##### 4.6.1 Fase de planejamento

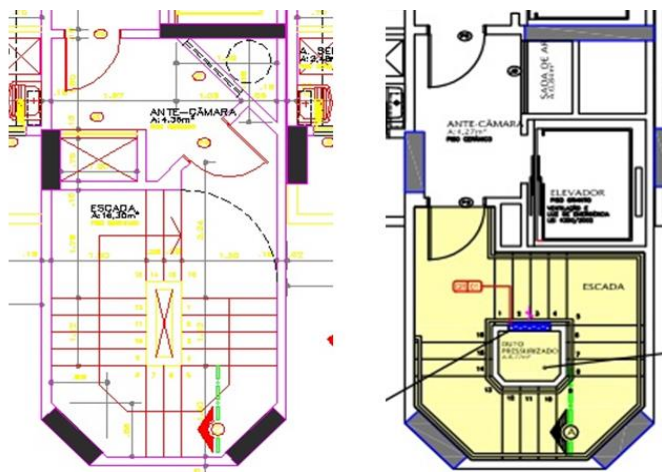
A descontinuidade das etapas do processo de planejamento, concepção e projetos, representam problemas não apenas para a programação de obras, mas também, para a programação do projeto. Isto corresponde a interrupções nas etapas de projeção, retrabalho para adequação de projetos às exigências normativas, e atraso da aprovação de projeto junto aos órgãos públicos.

O exemplo apresentado na figura 5, representa a modificação intencional da empresa, denominada como estratégia para reduzir custos e melhorar o desempenho da edificação. A origem ocorreu na concepção



do empreendimento, cuja altura exige pela NSCI 94 (1992) a construção de um heliporto na torre. Entretanto, o desconhecimento de que a instalação de emergência com escada pressurizada, analogicamente, atende as exigências da NSCI 94 (1992), gerou a mudança, após a primeira alternativa estar aprovada.

Figura 5 – Escada enclausurada alterada para escada pressurizada.



Fonte: Construtora X (2013, adaptado pelo AUTOR, 2014).

A modificação resultou no retrabalho que recaiu sobre os projetos arquitetônicos, estruturais e complementares. Foi necessária a abertura de novo protocolo de análise de projetos na prefeitura municipal e no SAT – Sistema de Análise Técnicas do Corpo de Bombeiros de Santa Catarina.

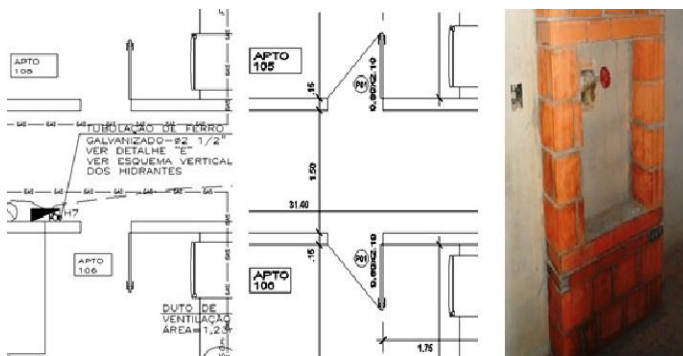
#### 4.6.2 Fase de execução

As alterações na programação de obra são as mais evidentes consequências da modificação de projetos e inclui diferentes aspectos, como cronograma, qualidade, materiais e serviço. Para Ferreira Filho; Magalhães (2011), as alterações provocam modificações no cronograma de obra, geram desgastes, reuniões, discussões, e principalmente, atrasos e custos que poderiam ser evitados.

Outro aspecto a ser considerado é que a alteração nas obras resulta em decisões tomadas na obra e improvisos. Segundo ENCOL *apud* Mayr (2000), a perda de produtividade é a consequência mais visível na obra. A improvisação, ao abordar sua relação com profissionais de projeto, é acompanhada de prejuízos vinculados aos custos, comprometimento de qualidade, atraso no cronograma e a possibilidade de surgirem surpresas desagradáveis.

A figura 6 mostra a sequência de falhas nos projetos arquitetônico, preventivo e o problema decorrente na obra. A falha de comunicação entre projetistas gerou incompatibilidade entre o projeto arquitetônico e o projeto preventivo. A consequência é a instalação do hidrante que restringe a largura do corredor, causando desconformidade com a NSCI 94 e alteração na programação da obra.

Figura 6 – Projetos arquitetônico, preventivo e execução do hidrante na circulação.



Fonte: Construtora X (2013, adaptado pelo AUTOR, 2014).

Neste caso, a modificação envolveu paralisação parcial da atividade para a empresa e os projetistas tiveram que redefinir nova solução. Esta solução foi seguida de retrabalho e desperdício de materiais para atender a mudança.

#### 4.6.3 Fase de uso

A NBR 15575, ABNT (2005) define o desempenho mínimo aceitável para determinadas características da edificação. Dentre os mais

relevantes estão: segurança; funcionalidade; operacionalidade; saúde de usuários; conforto térmico, acústico e lumínico; acessibilidade, durabilidade, vida útil, entre outros.

Segundo Melhado (2001), grandes números de modificações de projetos geram excesso de registros relacionados à redução do desempenho e da qualidade da edificação. Em algumas situações, as modificações prejudicam a funcionalidade do edifício e pioram o desempenho dos elementos e sistemas construtivos chegando a comprometer a vida útil da edificação.

De modo a representar o impacto das modificações do projeto em relação à qualidade do ambiente construído e funcionalidade da edificação, durante este trabalho, foram observados e registrados diferentes problemas em edificações e obras localizadas na região sul de Santa Catarina. Estes registros estão representados nas figuras 7 e 8 deste item.

A figura 7, apresenta a imagem da obra de uma sala comercial executada com 5 pilares distribuídos na área central do espaço de uso. Originada na etapa de projetação, a modificação não intencional foi causada pela incompatibilidade entre o projeto estrutural e o projeto arquitetônico. O resultado representou baixa aceitação do ambiente construído e perda de valor da metragem quadrada no mercado imobiliário. Neste caso, a construtora aceitou a devolução do imóvel em comum acordo com o cliente fazendo valer os artigos 615 e 616 da Lei 10406/02 do Código Civil (BRASIL, 2002).

Figura 7 – Imagem de sala comercial com pilares dispostos no espaço de uso.



Fonte: Autor (2014).

Outro exemplo é o custo do trabalho corretivo durante a pós-ocupação da obra. A figura 8 apresenta 2 imagens correspondentes a alteração na rampa, ao cálculo de captação de águas pluviais mal dimensionado e respectivos transtornos causados pelo retrabalho, como por exemplo, a geração de resíduos.

Figura 8 – Falha no dimensionamento e detalhamento correspondendo ao retrabalho e desperdício.



Fonte: Autor (2013).

A extinta construtora, manteve uma equipe permanente por um período superior a 4 meses, com o intuito de corrigir parte dos problemas nesta edificação. Além do transtorno para o usuário, estes problemas configuram uma imagem negativa para a empresa e acrescenta um custo adicional que normalmente não é previsto no escopo da obra.

## 5 REVISÃO SOBRE FERRAMENTAS E MÉTODOS EXISTENTES

A evolução da construção civil é o resultado de um intenso trabalho de pesquisa e desenvolvimento de ideias, que abrangem desde a gestão do planejamento até o descarte do resíduo. Estas ideias se transformam em normas, produtos, ferramentas e métodos que são aplicados no setor como um todo.

Este capítulo tem como finalidade destacar algumas ferramentas e métodos associados à gestão de projeto, gestão de obra, avaliação de produto entre outras ferramentas associáveis à indústria da construção, cujos princípios são relevantes ou aplicáveis neste trabalho de pesquisa.

### 5.1 BIM

Os sistemas baseados nesta tecnologia podem ser considerados uma etapa evolutiva dos sistemas CAD. Segundo Souza L. L. (2009), o CAD foi pensado como ferramenta capaz de abrigar dados referentes a diferentes disciplinas.

No entanto, devido à baixa capacidade de processamento dos computadores, as empresas de “*software*” desenvolveram inicialmente a parte geométrica, o que era mais fácil de ser resolvida diante das tecnologias disponíveis.

O sistema BIM é a abreviação de “*Building Information Modelling*” e trata-se de uma metodologia de trabalho vinculada a sistemas informatizados, com finalidade de promover o gerenciamento do ciclo de vida completo de um empreendimento de construção, através de um banco de informações inerentes a um projeto, integrado à modelagem em três dimensões (SOUSA; MEIRIÑO, 2013).

Segundo Coelho e Novaes, (2008), estes sistemas adotam modelos paramétricos dos elementos construtivos de uma edificação e permitem o desenvolvimento de alterações dinâmicas no modelo gráfico, que refletem em todas as pranchas de desenho associadas, bem como, nas tabelas de orçamento e especificações. Esse processo estimula a experimentação, diminui conflitos entre elementos construtivos, facilita revisões e aumenta a produtividade (FLORIO, 2007).

Hoje em dia, ainda existe uma resistência na implantação do sistema BIM, por parte de escritórios e empresas de arquitetura, engenharia e construtoras. Esta resistência é justificada pela grande diferença de conceito entre o sistema de modelagem e o tradicional, onde o desenvolvimento de um projeto, invariavelmente tem início a partir de uma planta baixa e documentos de texto (SOUSA; MEIRIÑO, 2013; SOUZA L. L., 2009).

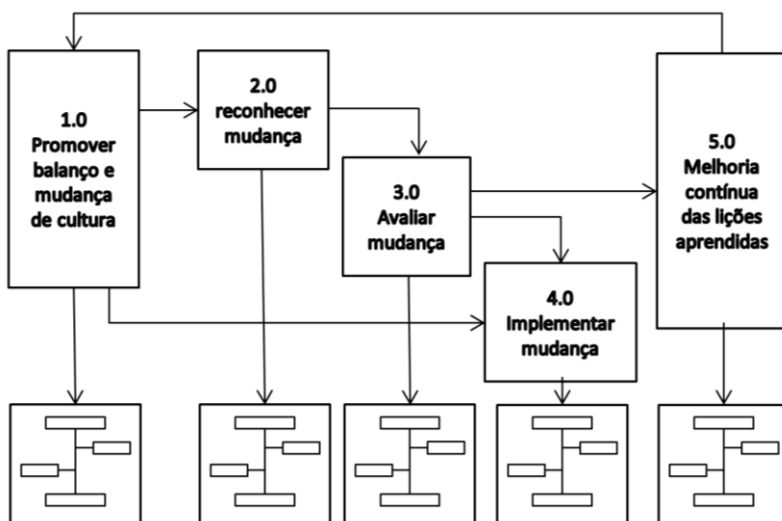
Outros fatores que restringem a disseminação do sistema BIM no setor da construção imobiliária são: ausência de disciplinas incorporando novas ferramentas computacionais ao ensino de projeto nas grades da maioria dos cursos universitários de Arquitetura e Engenharia Civil (KYMEL 2008); investimento financeiro necessário ao implemento da metodologia BIM (SOUSA; MEIRIÑO, 2013; SOUZA L. L., 2009); e, aplicação de padrões de interoperabilidade que permitam a troca irrestrita de informações garantindo sua consistência (KYMELL, 2008).

## 5.2 CHANGE MANAGEMENT SYSTEM – CMS

O CMS é projetado para ser adaptável a projetos fora do setor da construção que aplica o gerenciamento de projetos ferramentas e técnicas, incluindo desenvolvimento de software, desenvolvimento de novos produtos e das telecomunicações bem como o setor da construção civil (IBBS. et al.; 2001). Segundo Stacis et al 2013, o modelo avalia o impacto de alterações temporárias em construção trabalho produtividade. Relaciona as modificações em relação ao custo, horas de trabalho e cronograma.

O sistema completo de gerenciamento de mudanças de projeto se baseia em cinco princípios, conforme mostra a figura 9: promover uma cultura de mudança equilibrada; reconhecer a mudança; avaliar a mudança; implementar a mudança ; e, melhorar, continuamente, a partir de lições aprendidas.

Figura 9 – Organograma do CMS baseado em 5 princípios.



Fonte: Ibbs et al (2001, traduzido pelo AUTOR, 2015).

É um modelo que pode ser aplicado na identificação do impacto de modificações. Apesar de apresentar etapas aplicáveis na estrutura do trabalho, carece de critérios mais detalhados para a investigação e avaliação do resultado.

### 5.3 CÍRCULO PDCA

Ciclo PDCA (planejar, executar, verificar e agir): como as demais ferramentas, é aplicado após o estabelecimento de padrões e descrição de suas características básicas: *Plan* (planejar), para gerar resultados de acordo com requisitos dos clientes e políticas da organização; *Do* (fazer): implementar os processos; *Check* (cheçar): monitorar e medir processos e produtos e relatar resultados; *Act* (agir): executar ações para promover, continuamente, a melhoria do desempenho do processo (FIGUEIREDO NETO; SOUSA, 2010). Pode ser utilizado em qualquer etapa projetual, no planejamento e monitoramento de ações.

## 5.4 CUSTOMIZAÇÃO EM MASSA

A ferramenta Customização em Massa, de acordo com Araújo Filho (2009), pode ser definida como aquilo que é capaz de oferecer ao cliente a oportunidade de agregar elementos de sua própria escolha a produtos de massa, sejam elementos individualizados e exclusivos, ou, façam parte de uma combinação de possibilidades previamente estabelecida. Quanto maior o número de itens passíveis de escolha e quanto maiores às opções disponíveis, maior o grau de customização do produto.

De acordo com Santana, Oliveira e Meira (2007), a flexibilização surge como uma ferramenta que se integra ao processo de personalização, uma vez que sempre ocorre alguma intervenção nos projetos originais. Brandão e Heineck (2007), afirmam que o setor de construção de edifícios residenciais continua buscando conciliar o oferecimento de opções ao comprador e atendimento do cliente através de plantas flexíveis e personalização, com a procura também de garantir os aspectos de construção racionalizada. O equilíbrio de interesses pode ser obtido mediante uma flexibilidade planejada.

Este modelo é uma alternativa para o setor de construção de edificações residenciais. No entanto, ainda apresenta algumas dificuldades como: criação de serviço de customização integrado aos demais setores da empresa, necessidade de planejamento com alternativas de projeto e investimento no setor de atendimento ao cliente.

## 5.5 DIAGRAMA CAUSA-EFEITO

Também conhecido como espinha de peixe ou causa/efeito é uma das sete ferramentas desenvolvidas por Ishikawa. Associam-se as causas de falhas com um dado efeito, observando-se o que interfere na entrega de um produto com qualidade ou dentro do prazo. Consiste em enumerar as causas de um determinado efeito, usualmente associados aos *6m*: métodos, matéria-prima, mão de obra, máquina, medida, meio ambiente. Com o passar dos anos o diagrama sofreu inúmeras variações (LIBRELOTTO et. al., 2012; FIGUEIREDO NETO; SOUSA, 2010). Pode ser aplicada em qualquer etapa de projeto na análise de problemas.



## 5.6 DESIGN FOR ASSEMBLY & DESIGN FOR MANUFACTURING

O DFA enfoca: consolidação das peças; montagem vertical com o auxílio da gravidade; uso de características de orientação e inserção de peças e revisão do projeto (promovendo a engenharia simultânea). Já o DFM compara a aplicação de diferentes combinações de materiais e processos de fabricação selecionada para as partes de uma montagem, determinando o impacto do custo com o uso destes materiais e processos. Portanto, enquanto o DFM avalia cada peça em separado e recomenda simplificação, em substituição a uma peça de forma geométrica mais complexa, o DFA avalia todo o produto. Aplicável até o planejamento da produção (LIBRELOTTO et. al., 2012).

## 5.7 DIAGRAMA DE PARETO

O diagrama de Pareto tem como propósito visualizar através de um gráfico de colunas, quais os fatores que tem maior ou menor relevância nos aspectos analisados. Pode ser aplicado em qualquer etapa projetual (LIBRELOTTO et. al., 2012).

## 5.8 DYNAMIC PLANNING AND CONTROL METHODOLOGY – DPM

Este método é um sistema de gestão integrada para mudanças. Foi desenvolvido para representar as principais decisões necessárias, para implementar mudanças e simular os ciclos iterativos do projeto simultâneo e construção de alterações imprevistas com respectivos impactos. O modelo de dinâmica de sistemas do planejamento e método de controle (DPM) avalia os impactos negativos das mudanças no desempenho da construção. Pode ser usado em cenários de gestão da mudança em projetos e também na avaliação dos efeitos das alterações dependendo da informação disponível nas fases iniciais de projetos.

## 5.9 ENGENHARIA SIMULTÂNEA E PROJETO INTEGRADO

A Engenharia Simultânea é uma forma de romper com a metodologia sequencial, vigente na indústria. Tem papel integrador entre produtos e processos, baseado no paralelismo dos processos, no uso de um time multidisciplinar e na adoção de ferramentas automatizadas para a realização de processos componentes.

Baseia-se na integração total e precoce dos agentes envolvidos no processo, abrangendo, simultaneamente, o projeto do produto, os projetos complementares e a produção, baseando-se na cooperação mútua, comunicação e interatividade, e, tornando o processo coletivo e multidisciplinar. O desenvolvimento simultâneo de todos os projetos que compõem o produto se encontra no espaço destinado ao anteprojeto. Com as atividades acontecendo de forma simultânea, ocorre permeabilidade entre elas com o intuito de reduzir o tempo de projeto, aumentar o controle da qualidade, simplificando produtos e eliminando etapas e interfaces (FABRÍCIO, 2002).

A resistência em relação ao uso se deve a fatores como: cultura organizacional, tradicional das empresas; distância física entre a equipe de projeto, geralmente terceirizada, ao uso intensivo de metas coletivas; e, dificuldade de domínio de ferramentas padrão entre projetistas.

#### 5.10 FMEA – MODO/TIPO DE FALHAS E ANÁLISES DE EFEITOS

É um método de análise estruturado, formalmente documentado para servir como “auditoria” do projeto ou processo do produto. Seu objetivo é identificar os modos de falha, causas, efeitos, e impacto desses efeitos no produto final. Uma vez estabelecida esta relação entre a falha, suas causas e seus efeitos, são determinados índices que avaliam a probabilidade de ocorrência da falha, a gravidade de seus efeitos e a capacidade de detectar-se a falha e bloqueá-la, antes do seu efeito ser percebido pelo cliente. O produto dos três índices resulta no chamado “índice de risco”, que permite a hierarquização das falhas e a priorização das ações preventivas que serão tomadas (VANNI et al., 1998). É uma ferramenta que contribui para reduzir falhas no projeto de produtos, aumenta a confiabilidade, especialmente quando aplicada no projeto de processos.

#### 5.11 GUT – GRAVIDADE/URGÊNCIA/TENDÊNCIA

A utilização da técnica do GUT (Gravidade, Urgência e Tendência), tem por objetivo: a orientação em tomadas de decisões, o desenvolvimento de prioridades na solução de problemas detectados e a facilidade na identificação de processos críticos. Consiste em atribuir valores ou pesos em relação à gravidade de uma situação, a urgência a ser resolvida e a tendência para que ocorram problemas, ou que

aumentem. Pode ser aplicado em qualquer etapa projetual. (LIBRELOTTO et. al., 2012)

## 5.12 MÉTODO BASEADO EM PRECEDENTES

Este método se apoia na ideia de que a maioria dos problemas de projeto apresenta similaridades com outros precedentes. Enquanto alguns aspectos da natureza do problema são específicos, como as considerações a respeito do lugar, a estrutura geral de um problema é a mesma. Novas soluções baseadas em experiências podem servir para resolver novos problemas complexos de projeto (ANDRADE; RUSCHEL; MOREIRA, 2011).

De acordo com Casakin e Goldschmidt (1999), os arquitetos usam analogias e essa estratégia contribui para a qualidade do trabalho. Além disso, buscam saber se a experiência está relacionada com o uso de analogias e, se estiver, de que maneira. Nos primeiros estágios do processo de projeto as analogias são vistas como uma importante estratégia cognitiva para valorizar as soluções.

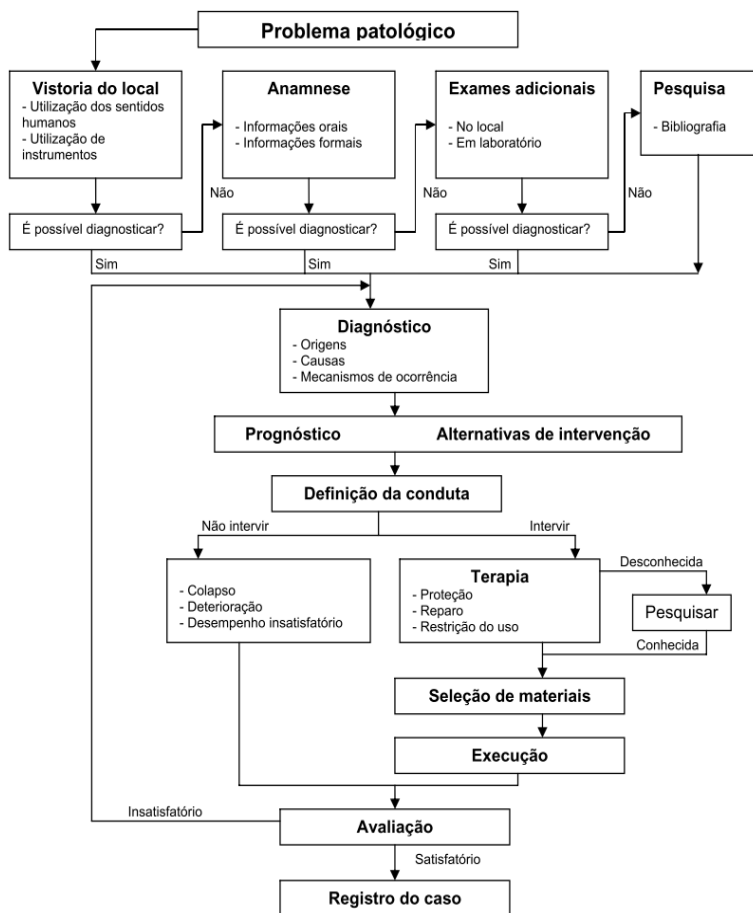
Os precedentes permitem resgatar elementos de projeto de domínio específico, incluindo pré-requisitos, conjuntos de elementos (sintaxe), conhecimento sobre os elementos, semântica, e relações entre os elementos construtivos e arquitetônicos (KALAY *apud* LIU; OLIVEIRA; MELHADO, 2011; ANDRADE; RUSCHEL; MOREIRA, 2011). Aplicável em analogias de similaridades entre os projetos concluídos e os futuros.

## 5.13 MÉTODO DE LICHTENSTEIN

O método é aplicável para o caso dos edifícios que apresentam problemas patológicos e necessitam uma avaliação para intervenção. Este procedimento consiste no levantamento do maior número de subsídios para o entendimento do problema através de vistoria do local, do histórico do edifício e do resultado dos exames complementares; diagnóstico da situação; definição de conduta a partir da escolha da alternativa de intervenção mais conveniente (LICHTENSTEIN, 1985).

O método proposto por Lichtenstein pode ser aplicado desde as etapas de avaliação de anomalias, diagnóstico, prognóstico, definição de condutas e execução, alcançando a avaliação dos resultados da execução (SILVA, 2007). A figura 10 representa o organograma do método aplicado em manifestações patológicas.

Figura 10 – Método de Lichtenstein aplicado em manifestações patológicas.



Fonte: Lichtenstein (1986).

Existem outros métodos para investigação de manifestações patológicas como o de Almeida (1994), no qual é proposta uma metodologia baseada na Avaliação de Pós-Ocupação para vistoria dos Sistemas Prediais, enquanto estão sendo operados; o processo de Avaliação Durante Operação (ADO); e o método proposto pelo CIB–*Building Pathology Working Commission* na publicação *Building*

*Pathology a state-of-the-art report*. Entretanto, no Brasil, o método de Lichtenstein é o mais conhecido entre os pesquisadores do campo de perícia e manifestações patológicas construtivas (CARNEIRO, 2013; GNIPPER, 2010).

#### 5.14 MÉTODO DE PAHL E BEITZ

Estabelece o processo de projeto em quatro fases principais: definição da tarefa, concepção ou projeto conceitual, projeto preliminar ou configuração e projeto detalhado (LIBRELOTTO et. al., 2012). Aplicável até o detalhamento de projeto.

#### 5.15 PERT - CPM

Significam respectivamente *Program Evaluation and Review Technique* e *Critical Path Method* e utilizam conceitos de redes para planejar e visualizar a coordenação das atividades do projeto. Decompõe o projeto em atividades, ordem, sequência estabelecendo durações de cada atividade. Pode ser usado no planejamento da duração de projeto e de seus processos.

#### 5.16 RBC – RACIOCÍNIO BASEADO EM CASOS

Chamado originalmente de *Case-Based Reasoning Paradigm* – CBR é um conjunto de conhecimento relativo a um dado domínio aplicável, disponível de forma explícita, organizado e representado mediante uma linguagem oportuna. Para Kolodner (1993), um caso é um pedaço contextualizado de conhecimento representando uma experiência real. Portanto, qualquer caso representa um conhecimento específico associado a um contexto específico, que independente da forma ou tamanho, tem em comum, o fato de representarem uma experiência real registrada em todas as suas características relevantes ou não.

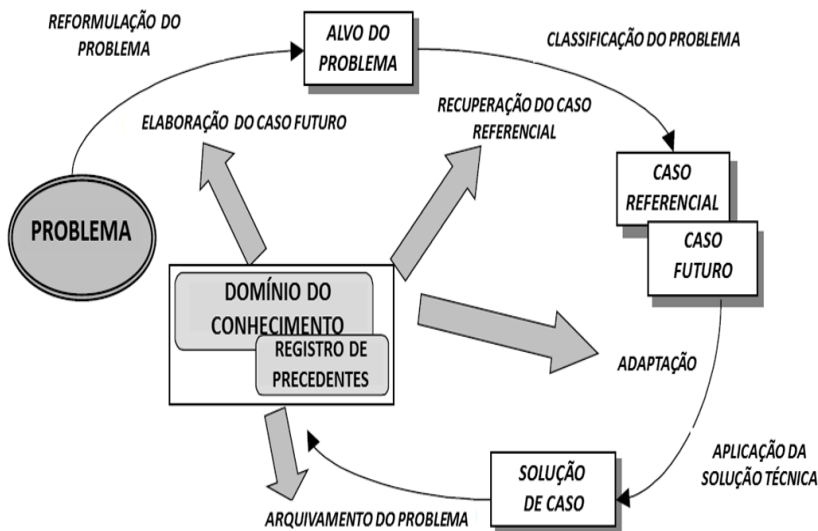
O conceito de modelo envolve, portanto, três aspectos:

- A organização: permite fornecer ao conhecimento a estrutura conceitual desejada.
- A representação: diz respeito à linguagem utilizada para descrever os diversos elementos que constituem o conhecimento, de acordo com a organização definida.

- O conteúdo: é o conjunto dos elementos constitutivos do conhecimento, representados mediante uma linguagem pré-definida e segundo uma organização estrutural.

É aplicado em técnicas de inteligência artificial baseadas no modelo de resoluções de problemas humanos, onde, futuros problemas são resolvidos através do resgate e adaptações de problemas anteriores, figura 11.

Figura 11 – Raciocínio Baseado em Casos – RBC, Modelo de Syrciad.

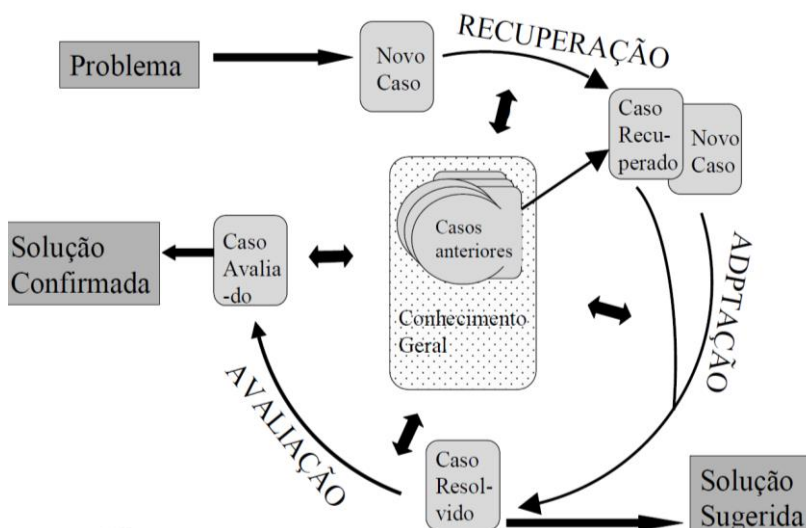


Fonte: Syrciad (2004, traduzido pelo AUTOR, 2014).

Neste modelo apresentado por Syrciad (2004) nota-se que o domínio do conhecimento é estruturado pelo contínuo acúmulo de registro de precedentes. Portanto, admitindo a retroalimentação deste sistema, este modelo permite uma contínua adaptação e refinamento do conhecimento, sendo aplicável para futuros casos.

A figura 12 apresenta, respectivamente, a estrutura do modelo do Raciocínio Baseado em Casos de acordo com Alvares (2004). Este modelo apresenta pequena variação do modelo apresentado por Syrciad em 2004.

Figura 12 – Raciocínio Baseado em Casos – RBC - Modelo de Alvares.



Fonte: Alvares (2004).

Segundo Alvares (2004), o RBC possui certas características vantajosas e desvantajosas. Dentre as vantagens encontram-se o uso de conhecimento armazenado em bancos de dados e outras fontes e a diminuição da necessidade de aquisição de conhecimento. Por outro lado, a dificuldade em obter casos disponíveis e confiáveis é uma desvantagem.

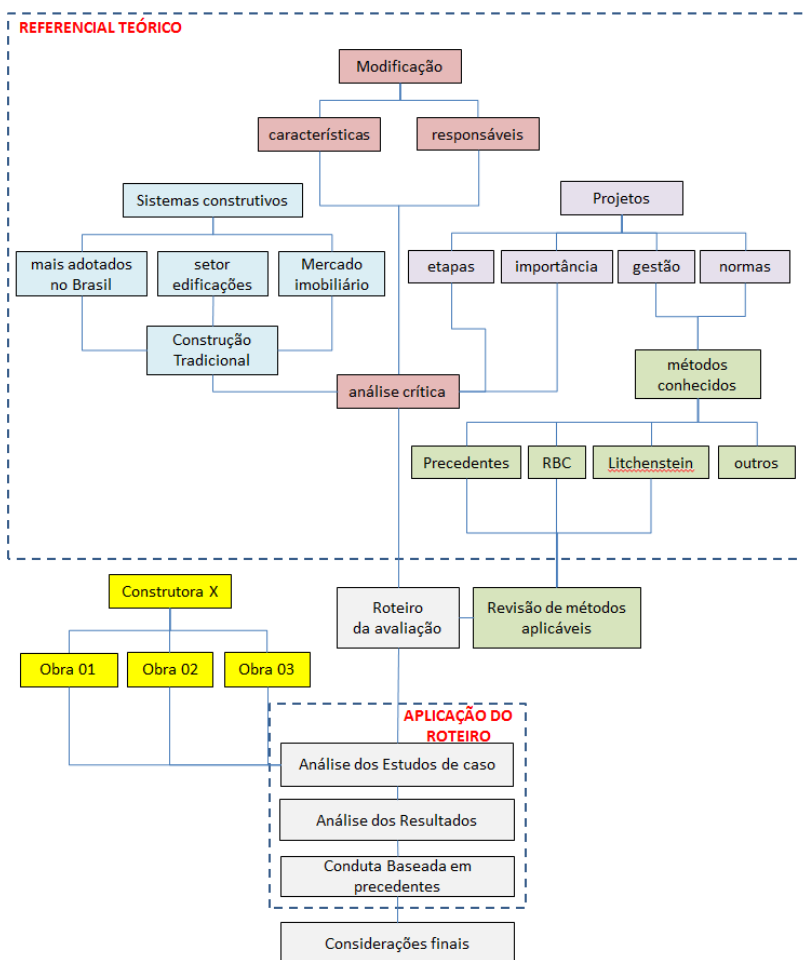




## 6 MÉTODO, FERRRAMENTAS E TÉCNICA DA PESQUISA

Neste capítulo são apresentadas as etapas da dissertação, considerações gerais, estrutura e etapas do roteiro de análise do impacto das modificações. A figura 13 representa as etapas da dissertação, incluindo o referencial teórico.

Figura 13 – Esquema das etapas da pesquisa.



A primeira etapa desta dissertação se dedicou à conceituação do fenômeno da modificação.

A segunda etapa tratou da contextualização da modificação dentro do cenário da construção civil, em relação aos sistemas construtivos e projetos. Em relação aos sistemas construtivos, avaliou-se a importância do sistema tradicional no setor de edificações. Quanto aos projetos, analisou-se a relevância, etapas e dispositivos de controle.

A terceira etapa tratou da análise crítica entre modificação, projeto, obras e respectivos sistemas construtivos aplicados.

A quarta etapa investigou métodos conhecidos aplicáveis à análise e controle de modificações. Foram selecionados os métodos Baseado em Precedentes, Litchenstein e RCB aplicáveis ao roteiro.

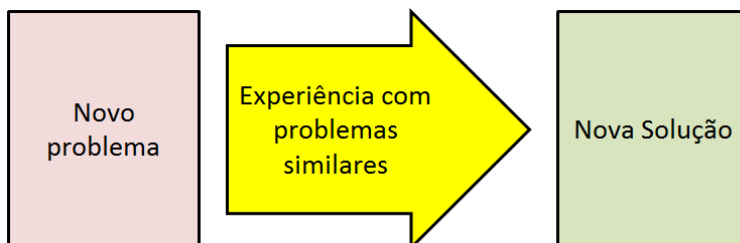
A quinta etapa focou a confecção do roteiro a partir da adaptação dos métodos selecionados.

A sexta etapa é caracterizada pela definição dos estudos de casos – E.C. para aplicação do roteiro. A definição dos estudos de caso foi determinada a partir das similaridades morfológicas, geográficas, normativas e valor de mercado. A aplicação do roteiro foi configurada a partir da pesquisa de campo e análise de resultados, permitindo estabelecer uma conduta baseada em precedentes.

## 6.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS SOBRE O ROTEIRO DE ANÁLISE

Este item descreve o roteiro para a análise das modificações e avaliação do impacto na programação da obra das modificações, permitindo aplicar o conhecimento registrado na prevenção de problemas similares em futuras obras, figura 14. Para tanto, serão descritos os princípios aplicados na elaboração do roteiro, seu desenvolvimento, as etapas e a estrutura correspondente.

Figura 14 – Solução de problema através de associações.



Fonte: Autor (2014).

Esta forma de conhecimento ocorre por acumulação de experiência, é amplamente aplicada nas fases de projetos e execução de obras, e, utilizada tanto por profissionais da área gerencial como operacional. Entretanto, ocorre uma grande perda de conhecimento no decorrer do tempo, na medida em que profissionais com o conhecimento são substituídos, ou, quando a relevância do problema vai sendo esquecida. Então, é essencial que o roteiro considere uma avaliação sistematizada do problema, organizando registros e oferecendo sugestões aplicáveis em novos casos.

O Método Baseado em Precedentes tem a importância na aproximação inicial da resolução do problema, já que propõe solução baseado em procedimentos similares precedentes. Nos primeiros estágios de planejamento, é visto como uma importante estratégia cognitiva para valorizar as soluções. Apesar do Método Baseado em Precedentes abordar os critérios de similaridade, ainda lhe falta um modelo detalhado, que permita analisar o problema, desde a origem até o caso estar solucionado. Para isto, é incorporado no roteiro, o Raciocínio Baseado em Casos – RBC, que satisfaz esta solicitação.

O RBC trata do problema, desde sua identificação até a solução aplicada num problema futuro, formando um sistema retroalimentável baseado no registro de precedentes. O RCB contribui, principalmente, para a estruturação do fluxo de avaliação do problema. No entanto, necessita de ferramentas e procedimentos apropriados para a investigação do problema no trabalho. Assim, recorre-se a um método aplicado em perícias e avaliação de manifestações patológicas em edifícios, o Método de Lichtenstein.

A adaptação do método de Lichtenstein pode ser aplicada para a sistematização de identificação, análise e classificação das modificações. O resultado da análise dos registros de modificação poderá ser aplicado a um banco de dados, com os registros de precedentes.

## 6.2 ESTRUTURAÇÃO DO ROTEIRO

Este item apresenta o modo que os modelos selecionados nas Considerações Gerais serão adaptados à estrutura do método, e também, a forma que poderão contribuir no trabalho. Serão apresentados da seguinte forma: Premissas do Método Baseado em Precedentes, associado à visão global do problema; Modelo de Análise a partir do RBC, estruturação das etapas do método de investigação adaptado de

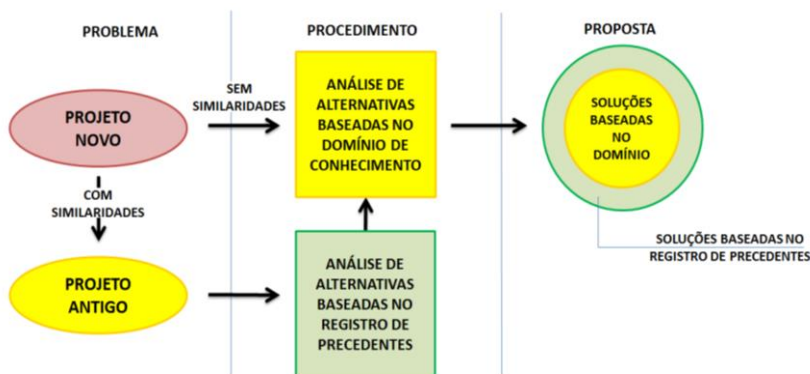
Lichtenstein, relativo à investigação e análise de resultados dos registros de modificação.

### 6.2.1 Premissas do Método Baseado em Precedentes

Sabe-se que o método de análise de modificações de projetos tem como propósito prevenir ações similares em futuros empreendimentos, aplicando um sistema de registro de precedentes. O método baseado em precedentes apoia-se na ideia em que a maioria dos problemas de projeto apresenta similaridades com outros precedentes.

Como descrito no capítulo anterior, estes precedentes permitem resgatar elementos de projeto de domínio específico, incluindo relações entre os elementos construtivos e arquitetônicos. A figura 15 representa uma analogia ao Método Baseado em Precedentes.

Figura 15 – Premissas adaptado do método baseado em precedentes.



Fonte: Autor (2015).

Apesar da analogia entre os projetos precedentes e novos melhorar a qualidade do desempenho dos projetos, existem fatores que interferem nos resultados. A habilidade dos profissionais é um exemplo disto, pois, os mais experientes diferem dos novatos, já que, os profissionais experientes são capazes de estabelecer uma analogia relevante mais espontânea do que os novatos (MENEZES, 2007; CASAKIN; GOLDSCHMIDT, 1999).

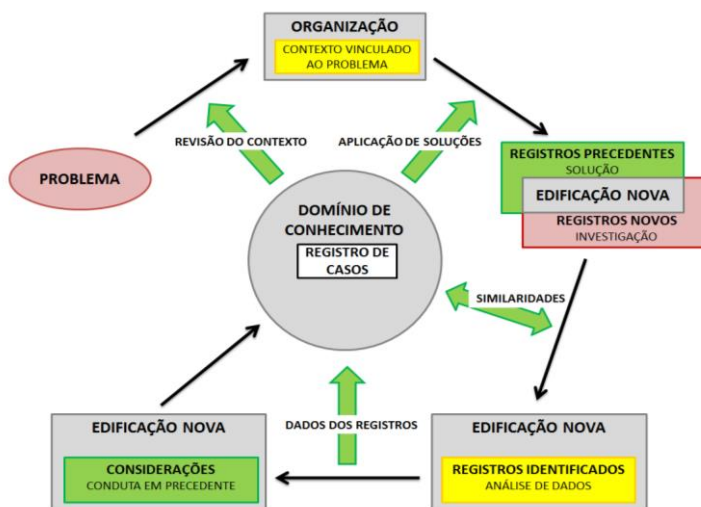
## 6.2.2 Modelo de Análise a partir do RBC

O Raciocínio Baseado em Caso – RBC possui alguns critérios complementares as premissas do Método Baseado em Precedentes:

- A eficiência do sistema depende da estrutura e conteúdo da coleção de casos;
- Os Problemas a serem resolvidos tratam, primeiramente, o que se deve armazenar em um caso (conteúdo), como estruturar o conteúdo (estrutura), como organizar e indexar a memória de casos (organização e índice);
- Para resolver um novo problema, considera a solução aplicada em similares (registro de precedentes).

A estrutura do modelo de análise do problema é uma adaptação da estrutura apresentado por Syrclad. A figura 16 representa um esquema do modelo de análise baseado no RBC proposto por Syrclad.

Figura 16 – Estrutura do roteiro adaptado do método RCB.



Fonte: Syrclad (2004, adaptado pelo AUTOR, 2014).

A partir do esquema, deve-se considerar a extração do conhecimento sobre o problema, a partir de casos com que o próprio

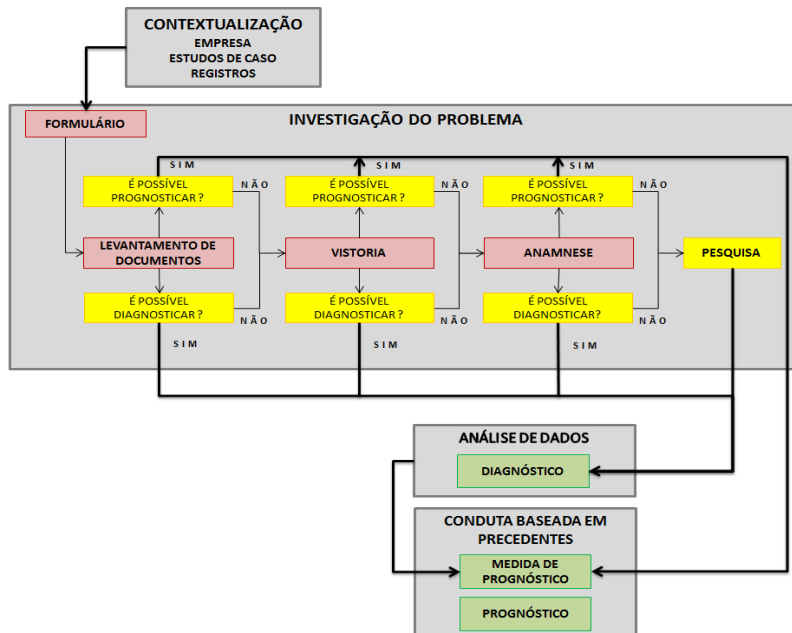
sistema se depara; a identificação das características mais significantes dos casos contribui para uma melhor solução; cada caso deve ser armazenado com sua respectiva solução.

### 6.2.3 Método de investigação adaptado de Lichtenstein

O método proposto por Lichtenstein é amplamente aplicado para análise de anomalias em edificações. É um método confiável e sistemático que propõe procedimentos investigativos para o melhor entendimento do problema. É adaptável para diferentes não conformidades, o que faz dele um método bastante conhecido entre profissionais que trabalham com patologias, anomalias e perícias.

Então, serão aplicados os procedimentos investigativos e de análise das anomalias, na fase de identificação do problema. A figura 17 mostra o organograma de procedimentos de investigação dos registros, dentro da fase de identificação dos problemas, nos objetos de estudo adaptados do método de Litchtenstein.

Figura 17 – Método adaptado de Lichtenstein para investigação e diagnóstico.



Fonte: Litchenstein (1986, adaptado pelo AUTOR 2015).

Nunca há a certeza a respeito de um diagnóstico ou prognóstico, mas sim uma redução no número de dúvidas. Segundo Tutikian, B.; Pacheco, M. (2013), haverá sempre um grau de incerteza no prognóstico, cuja eficácia, só poderá ser confirmada pela resposta satisfatória em relação a um tratamento prescrito.

### 6.3 ETAPAS DO ROTEIRO

Este item apresenta as etapas do roteiro e os respectivos procedimentos. O roteiro é composto por uma sequência de passos que prosseguem na seguinte ordem: a delimitação do registro, determinação da abrangência com que é tratado o problema nos estudos de caso; o estudo preliminar, contextualização da estrutura vinculada ao problema; a identificação dos registros, investigação do problema nos estudos de caso; a análise de dados, diagnóstico do problema nos estudos de caso apoiado nos registros obtidos na investigação; a conduta baseada em precedente, o prognóstico, ou seja, a proposição de como o problema será tratada conforme os dados apresentados nas fases anteriores; e, o registro de caso, organização do domínio do conhecimento para ser aplicável como instrumento de prevenção.

#### 6.3.1 Delimitação do Registro da Modificação

A delimitação do registro é a definição do tipo de problema, faz parte do escopo da pesquisa. Em termos práticos, é registrar e selecionar cada um dos problemas identificados, de acordo com o entendimento construído no referencial teórico. Parte-se do ponto em que a modificação pode ser tratada tanto como um fenômeno da obra passivo as atividades dos intervenientes, quanto uma ação coordenada para um propósito específico.

Para análise do impacto das modificações sobre a programação da obra, cada uma das modificações identificadas é tratada como um registro independente, de modo que, seja possível realizar um projeto de experimentos. Para isso, é necessário haver um critério para definir características e eventos relacionados ao registro de modificação como: identificação, dimensão, localização, interferência na programação da obra, causa e responsável.

A fim de atender estes critérios, foram elaboradas perguntas relacionadas às informações relevantes para a avaliação do impacto da

modificação na programação de obra, que sejam aplicáveis no banco de dados. As perguntas são:

1. **O que foi registrado?** Corresponde às características que dão identidade à modificação.
2. **Onde está localizado?** Refere-se à posição da obra em que se encontra a modificação registrada.
3. **O que contribuiu?** Identifica os diversos agentes e ações que contribuem para que o impacto seja magnificado.
4. **Quanto foi modificado?** Corresponde a quantidade de componentes alterados devidos às modificações.
5. **Quais as consequências?** Refere-se ao impacto da programação de obra em diferentes aspectos como: cronograma, mobilização de atividades técnicas e administrativas, e desperdício de insumos e serviços.

### 6.3.2 Estudo Preliminar

Após delimitar o problema e restringir o objeto de estudo, inicia-se o estudo preliminar, com o propósito de obter um entendimento geral de onde o problema está inserido. Neste caso, serão investigados, a estrutura da empresa, procedimentos administrativos e sistemas de gestão envolvidos à construção; as obras com suas características morfológicas e tipológicas; e, os registros das modificações dentro das obras pesquisadas.

A análise preliminar contribuirá para uma pesquisa exploratória estruturada que se encontra organizada na seguinte sequência: contextualização da empresa; contextualização dos estudos de caso – E.C.; e contextualização dos registros.

#### 6.3.2.1 Contextualização dos E.C.

Consiste na identificação das características das edificações analisadas, seguida por uma análise comparativa entre os estudos de caso. Tem o propósito de restringir as variações dos fatores para aumentar o desempenho do projeto de experimento. Estes procedimentos seguem a seguinte sequência:

1. **Informações gerais** – caracterização morfológica e tipológica de cada objeto de estudo.



2. **Análise de similaridades** – avaliação comparativa entre objetos de estudo, a partir da quantificação das características gerais.

### 6.3.2.2 Contextualização dos Registros

É o conjunto de ações que têm o propósito de resgatar informações gerais, registrando antecipadamente e antecedendo os problemas detectados, como base de análise para a pesquisa exploratória. A pesquisa preliminar corresponde à primeira aproximação do pesquisador com os registros. Para isso, serão realizados os seguintes procedimentos:

1. **Coleta de dados** – resgate de registros associados ao planejamento, produto e processo, organizando-os e classificando-os conforme o propósito do trabalho. Os documentos vinculados ao planejamento referem-se àqueles que delimitam o perfil do empreendimento. Dentre os documentos associados ao produto estão os projetos e informações dos elementos a serem utilizados na execução, ou seja, os insumos. Já os documentos referentes ao processo, estão ligados à gestão de serviços decorrentes do produto.
2. **Análise de documentos** – seleção dos documentos classificados, conforme relevância das informações contidas para o trabalho, e, interpolação dos dados selecionados sobre a empresa, estudos de caso e informações projetuais.
3. **Vistoria** – investigação do problema *in-loco* para identificar a ocorrência do problema. É importante a utilização de ferramentas que auxiliem a vistoria como: anotações em documentos e projetos, preenchimento em fichas de vistoria, registros fotográficos e, se necessário, aplicação de entrevistas.
4. **Anamnese** – levantamento de subsídios para o entendimento dos dados coletados nos procedimentos de levantamento de dados e vistoria, no sentido de compor, progressivamente, um quadro de entendimento global do contexto e remoção de informações discrepantes ou irrelevantes, identificadas anteriormente. Durante a

anamnese é usual aplicar entrevistas com colaboradores envolvidos no processo.

### *6.3.2.3 Mapeamento dos registros*

Corresponde à inserção dos registros em plantas do projeto arquitetônico com a finalidade de documentar o registro e a localização da modificação no projeto. O mapeamento depende do material coletado e é resultado da combinação das pesquisas preliminares, com vistorias e anamnese.

O mapeamento consiste basicamente em indicar nas plantas baixas das edificações analisadas, o número de registro correspondente à modificação identificada com uma legenda correspondente ao número.

### **6.3.3 Identificação dos registros**

É uma fase significativa para o projeto de experimentos. Tem como propósito, obter informações capazes de caracterizar cada uma das modificações, e, que sejam passíveis de análise estatística. A fase de análise do problema é dividida em duas etapas: composição do formulário de vistoria e pesquisa de campo.

#### *6.3.3.1 Composição do formulário de vistoria*

Para a elaboração do formulário, foram feitas revisões de diferentes fichas de vistorias aplicadas em perícias. Entre as quais, é possível citar o modelo aplicado para manifestações patológicas em sistemas de pinturas látex de fachadas, proposto por Fagundes Neto (2007).

Apesar do formulário de vistoria aplicado ao roteiro apresentar princípios semelhantes ao formulário de vistoria aplicado para estudo de patologias, o formulário de vistoria aplicado ao roteiro foi configurado para verificar modificações, atendendo aos requisitos do trabalho e permitindo a análise de dados. As informações do formulário do roteiro foram separadas em categorias de informações chamadas de “campo”, de forma a responder as cinco perguntas apresentadas no item 6.3.1. Desta forma, o formulário foi estruturado em campos de informações, e, cada um dos campos foi constituído por um grupo de células, com informações relativas às respostas que cada um dos campos oferece.

O formulário de vistoria, Apêndice A – Figura 1, foi confeccionado com os seguintes campos de resposta:

1. **Identificação** – refere-se às células que caracterizam cada uma das modificações registradas no formulário. São: n° de registro da modificação, tipo de modificação, origem, elemento modificado, replicações geradas e descrição.
2. **Localização** – corresponde à transcrição da posição de cada um dos registros mapeados nos estudos de caso da forma gráfica, para a forma de valores estatísticos, são: estudo de caso, localização geral, pavimento, localização por tipo de uso, unidade privativa e ambiente alterado.
3. **Intervenientes e projetos relacionados à modificação** – identifica os principais agentes vinculados à modificação, associados aos projetos determinantes para as diretrizes da modificação da obra. As células deste campo são respectivamente: interveniente, projeto e *status* do projeto.
4. **Quantificação dos componentes alterados** – dimensiona os serviços e insumos dos componentes empregados, removidos, desperdiçados ou substituídos em circunstância da modificação. As células referentes a este campo são: procedimentos adotados, atividades envolvidas, item, quantidade e unidade.
5. **Impacto na programação** – corresponde às consequências que cada uma das modificações implica na programação da obra em relação ao cronograma, ao desperdício e retrabalho, e, a mobilização de atividades: paralisação, referente ao período; paralisação, indicador da extensão da paralisação; acompanhamento técnico interno; acompanhamento técnico externo, interno, corpo técnico; e, percepção do setor imobiliário.

O quadro 3 sintetiza o modelo do formulário, apresentando cada campo com respectivas células de preenchimento de dados e imagem. Para cada célula foi apresentada a denominação, as características, a forma, e os critérios de preenchimento de acordo com o banco de dados.

Quadro 3 – Estrutura do formulário aplicado no método.

Formulário modelo			
célula	características	Categoria de preenchimento	objetivo
<b>Identificação</b>			
<div> <div>1. Identificação:</div> <div>código de registro: 119</div> <div> <div>tipo de modificação:</div> <div></div> <div>origem:</div> <div></div> <div>elemento modificado:</div> <div></div> <div>replicações geradas:</div> <div></div> <div> <div>descrição:</div> <div></div> </div> </div> </div>			
<b>a. n° de registro</b>	Registra-se a cada nova modificação original inserida no formulário como um código de Identificação sequencial.	O preenchimento do valor numérico sequencial de identificação será automático quando aplicado ao um <i>software</i> de banco de dados.	Controlar registros.
<b>b. tipo de modificação</b>	Refere-se a finalidade da modificação em relação ao escopo original: Intencional, quando tem por finalidade compensar ou ajustar critério não atingido no projeto original. Não intencional, quando a finalidade da modificação é alheia ao escopo do projeto original.	não intencional intencional	Determinar se a modificação é corretiva ou atende uma nova condição estabelecida.
<b>c. origem</b>	Identifica qual fase do processo	concepção projeto	Identificar a etapa do

Formulário modelo			
célula	características	Categoria de preenchimento	objetivo
	construtivo ocasionou a ação de mudança.	customização	processo construtivo mais relevante na modificação.
<b>d. elemento modificado</b>	Registra o elemento significativo da modificação. A partir do qual, houve a necessidade ou intenção de modificação e que sofre diretamente a alteração dos componentes.	Deve designar elemento de forma simplificada estabelecida por alguma tabela de quantificação.	Registrar a frequência que este elemento sofre modificação.
<b>e. replicações geradas</b>	Refere-se à quantidade de modificações desencadeadas na obra a partir da modificação em um único elemento.	Valor numérico referente à contagem das repetições do fenômeno tendo como referência o registro original. Contudo, a célula justifica a característica que permitiu a contagem.	Apresentar o número total de modificações a partir da modificação de um elemento distinto.
<b>f. descrição</b>	Menciona informações anotadas na fase da pesquisa preliminar, serve como complemento a outras células referentes às características dos registros.	No banco de dados adotado, permite anotações com texto de aproximadamente 250 caracteres.	Justificar preenchimento de outras células.
Localização			

Formulário modelo			
célula	características	Categoria de preenchimento	objetivo
<b>2. Localização:</b> <span style="float: right;">119</span>			
<p>estudo de caso: <input type="text"/></p> <p>localização geral: <input type="text"/></p> <p>pavimento: <input type="text"/></p> <p>localização por tipo de uso: <input type="text"/></p> <p>unidade privativa: <input type="text"/></p> <p>ambiente alterado: <input type="text"/></p>			
<b>g. estudo de caso</b>	Especifica cada uma das edificações/ obras ao qual se aplicou o roteiro. Para fins de pesquisa, foram definidas como 01, 02 e 03.	obra 01 obra 02 obra 03	Identificar cada estudo de caso.
<b>h. localização geral</b>	Refere-se às volumetrias da obra de acordo com planos municipais que diferenciam: torre, elemento vertical onde ficam unidades; e embasamento, pavimento inferiores à torre com afastamentos diferenciados conforme altura (h) e atividades prescritas.	torre 01 torre 02 embasamento	Facilitar a localização a modificação dentro da edificação e distinguir os blocos (torres) onde ocorre a modificação.
<b>i. pavimento</b>	Categoriza a área construída da edificação em plano horizontal (pavimentos).	subsolo térreo garagem tipo cobertura casa de máquinas	Identificar a posição de cada modificação em relação à obra.
<b>j. localização por tipo de uso</b>	Esta célula relaciona o tipo de uso dado à construção	Comum Área técnica Privativo comercial	Localizar em cada pavimento, a que tipo

Formulário modelo																																	
célula	características	Categoria de preenchimento	objetivo																														
	acrescentando categorias às da NBR 12721.	Privativo residencial	específico de uso foi aplicada a modificação.																														
<b>k. unidade privativa</b>	Indicar modificações quando ocorrem em unidades privativas comerciais e residenciais. habitacionais ou unidades comerciais da edificação.	Os valores utilizados pela construtora são genéricos e numéricos identificando respectivamente ao pavimento e unidade.	Identificar a unidade privativa onde ocorre a modificação.																														
<b>l. ambiente alterado</b>	Identifica os ambientes os elementos foram modificados. Considerando que muitos elementos da modificação tem caráter como divisão horizontal ou vertical, foram designadas 2 células para o preenchimento desta variável.	Os ambientes serão designados conforme o projetos arquitetônicos originais.	Relacionar os elementos com os ambientes alterados.																														
<b>Intervenientes e projetos relacionados à modificação</b>																																	
<div> <b>3. Intervenientes e projetos associados à modificação:</b> <span>119</span> </div> <table border="1"> <thead> <tr> <th>interveniente:</th> <th>projeto:</th> <th>status:</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td><input type="text"/></td><td><input type="text"/></td><td><input type="text"/></td></tr> <tr><td><input type="text"/></td><td><input type="text"/></td><td><input type="text"/></td></tr> <tr><td><input type="text"/></td><td><input type="text"/></td><td><input type="text"/></td></tr> <tr><td><input type="text"/></td><td><input type="text"/></td><td><input type="text"/></td></tr> <tr><td><input type="text"/></td><td><input type="text"/></td><td><input type="text"/></td></tr> <tr><td><input type="text"/></td><td><input type="text"/></td><td><input type="text"/></td></tr> <tr><td><input type="text"/></td><td><input type="text"/></td><td><input type="text"/></td></tr> <tr><td><input type="text"/></td><td><input type="text"/></td><td><input type="text"/></td></tr> <tr><td><input type="text"/></td><td><input type="text"/></td><td><input type="text"/></td></tr> </tbody> </table>				interveniente:	projeto:	status:	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
interveniente:	projeto:	status:																															
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>																															
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>																															
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>																															
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>																															
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>																															
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>																															
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>																															
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>																															
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>																															
<b>m. interveniente</b>	Nomeia os agentes que contribuem para agravar o impacto na	cliente (usuário) projetista empresa	Identificar como os agentes contribuem para																														





Formulário modelo																																																												
célula	características		Categoria de preenchimento		objetivo																																																							
			solução não-funcional solução alternativa																																																									
Quantificação dos componentes alterados																																																												
<div>4. Quantificação dos componentes alterados: <span>119</span></div> <table><thead><tr><th>procedimento:</th><th>atividade envolvida:</th><th>item:</th><th>quantidade:</th><th>unid.:</th></tr></thead><tbody><tr><td><div></div></td><td><div></div></td><td></td><td></td><td><div></div></td></tr><tr><td><div></div></td><td><div></div></td><td></td><td></td><td><div></div></td></tr><tr><td><div></div></td><td><div></div></td><td></td><td></td><td><div></div></td></tr><tr><td><div></div></td><td><div></div></td><td></td><td></td><td><div></div></td></tr><tr><td><div></div></td><td><div></div></td><td></td><td></td><td><div></div></td></tr><tr><td><div></div></td><td><div></div></td><td></td><td></td><td><div></div></td></tr><tr><td><div></div></td><td><div></div></td><td></td><td></td><td><div></div></td></tr><tr><td><div></div></td><td><div></div></td><td></td><td></td><td><div></div></td></tr><tr><td><div></div></td><td><div></div></td><td></td><td></td><td><div></div></td></tr><tr><td><div></div></td><td><div></div></td><td></td><td></td><td><div></div></td></tr></tbody></table>						procedimento:	atividade envolvida:	item:	quantidade:	unid.:	<div></div>	<div></div>			<div></div>	<div></div>	<div></div>			<div></div>	<div></div>	<div></div>			<div></div>	<div></div>	<div></div>			<div></div>	<div></div>	<div></div>			<div></div>	<div></div>	<div></div>			<div></div>	<div></div>	<div></div>			<div></div>	<div></div>	<div></div>			<div></div>	<div></div>	<div></div>			<div></div>	<div></div>	<div></div>			<div></div>
procedimento:	atividade envolvida:	item:	quantidade:	unid.:																																																								
<div></div>	<div></div>			<div></div>																																																								
<div></div>	<div></div>			<div></div>																																																								
<div></div>	<div></div>			<div></div>																																																								
<div></div>	<div></div>			<div></div>																																																								
<div></div>	<div></div>			<div></div>																																																								
<div></div>	<div></div>			<div></div>																																																								
<div></div>	<div></div>			<div></div>																																																								
<div></div>	<div></div>			<div></div>																																																								
<div></div>	<div></div>			<div></div>																																																								
<div></div>	<div></div>			<div></div>																																																								
p. procedimento adotado	Identifica ações de obra em relação a componentes do elemento construído modificado. Está relacionado aos campos: atividades envolvidas, item, quantidade e unidade.		remoção substituição demolição execução		Indicar o tipo de ação relacionado com a alteração do componente alterado devido à modificação.																																																							
q. atividade envolvida	Refere-se ao grupo de serviços em obra do qual o item do elemento construído pertence.		serviços iniciais instalação de canteiro movimentação de terra serviços gerais infra-estrutura supra-estrutura paredes e painéis esquadrias de madeira esquadrias metálicas vidros coberturas impermeabilização		Indicar a classe de atividade ou grupo de atividade relativo ao componente alterado.																																																							

Formulário modelo			
célula	características	Categoria de preenchimento	objetivo
		forro revestimento interno revestimento externo instalações hidráulicas instalações elétricas pintura serviços complementares	
<b>r. item</b>	Corresponde aos componentes do elemento construído a serem demolidos, executados, removidos ou substituídos.	É importante que a terminologia de cada componente seja referenciada a partir de uma tabela de quantitativos como TCPO ou SINAPI.	Identificar que tipo de componente está sendo alterado.
<b>s. quantidade</b>	Representa o valor de cada componente alterado conforme a célula <b>procedimentos adotados</b> . Deve necessariamente corresponder a uma unidade.	Valor numérico ligado a uma unidade de medida sugere que esteja em conformidade de uma tabela de quantitativo TCPO ou SINAPI.	Quantificar o item alterado em obra para fins de quantificação de serviços e insumos aumentados ou reduzidos da obra.
<b>t. unidade</b>	Menciona a unidade de medida que corresponde ao valor discriminado no campo quantidade.	Conforme TCPO ou SINAPI.	Apresentar a unidade de medida correspondente ao valor do componente alterado.

**Impacto na programação**

**Impacto na programação:**

119

**paralisação**

período:  ▼

abrangência:  ▼

Formulário modelo			
célula	características	Categoria de preenchimento	objetivo
<b>u. paralisação - período</b>	Caracteriza o período de paralisação de determinado elemento/ambiente construído que corresponde ao cronograma da atividade.	sem atraso dia (1a8hrs) 3 dias (8a24hrs) semana (24a44hrs) quinzena (44a88hrs) mês (88a220hrs) bimestre(220a440hrs) indefinido	Estimar o impacto na programação da obra em relação ao cronograma.
<b>v. paralisação - abrangência</b>	Determina a extensão da obra quando ocorre paralisação em determinada frente de trabalho.	não se aplica elemento ambiente alterado unidade privativa pavimento acima de 1 pavimento	Estimar a abrangência da paralisação.

**5. Impacto na programação:** 119

**acompanhamento técnico**

setores internos:                      nível de atividade técnica:                      corpo técnico:                      tempo estimado:

engenheiros de obras	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

setores externos:                      nível de atividade técnica:                      corpo técnico:                      tempo estimado:

<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

**mercado imobiliário**

percepção:

<b>w. acompanhamento técnico – interno</b>	Corresponde aos serviços técnicos acionados, intervenções e	diretor presidente diretor administrativo diretor financeiro setor financeiro	Identificar os setores técnicos e administrativos
--	---	--	---

Formulário modelo			
célula	características	Categoria de preenchimento	objetivo
	atividades dos setores internos da construtora gerados em função partir dos procedimentos operacionais, atividades envolvidas e componentes alterados na modificação. Podem ser mobilizados vários setores para uma mesma modificação.	recursos humanos contabilidade documentos fiscais arquivo geral gerente de eng. e obras projetos engenheiros de obras setor de compras almoxarifado setor jurídico gerente comercial compra e venda de imóveis setor de contratos marketing	acionados para dar andamento à modificação.
<b>x. acompanhamento técnico – externo</b>	Corresponde aos serviços técnicos acionados, mobilização dos clientes e atividades de consultoria gerada em função partir dos procedimentos operacionais, atividades envolvidas e componentes alterados na modificação.	Projetista arquitetônico Projetista estrutural Projetista elétrico Projetista hidrosanitário Projetista preventivo Projetista interior fornecedor consultor cliente	Identificar as atividades de mobilização que envolve clientes e serviços técnicos externos à construtora.
<b>y. nível de atividade técnica</b>	Indica o nível de responsabilidade que cada um dos setores ou agentes assume para determinadas modificação.	informação padrão consulta decisão	Indicar o grau de envolvimento das atribuições e responsabilidades de cada um dos agentes ou setores mobilizados pela modificação.
<b>z. corpo técnico</b>	Refere-se ao número de agentes envolvidos para cada	Informação numérica real positiva.	Contar o número de membros do corpo técnico

Formulário modelo			
célula	características	Categoria de preenchimento	objetivo
	nível de atividade técnica.		envolvido na modificação.
<b>aa. percepção do mercado imobiliário</b>	Trata da avaliação de corretores e agentes ligados ao setor de vendas a respeito das tendências do mercado em relação à modificação.	positiva neutra negativa	Indicar a avaliação do mercado imobiliário em relação ao tipo de modificação ocorrida na obra.

Fonte: Autor (2015).

Verifica-se no quadro acima, que, os 5 campos apresentados no formulário são compostos por grupos de células. Cada uma destas células pode ter categorias de preenchimento, ou fechadas, ou abertas. As células com preenchimento fechado não permitem a inserção de novas variáveis; as abertas, entretanto, podem aumentar as variáveis conformes novos registros vão sendo inseridos no banco de dados, com características novas para cada uma destas células abertas.

### 6.3.3.2 Pesquisa de Campo

É importante distinguir a pesquisa preliminar da pesquisa de campo. A pesquisa preliminar tem o propósito de coletar dados e construir um mapeamento dos registros, com o propósito de complementar o estudo preliminar. Na pesquisa de campo, entretanto, o pesquisador já conhece o perfil da empresa, as características gerais dos estudos de caso, e, os tipos de registros de modificação aparentemente mais relevantes para a empresa. Baseado neste domínio de conhecimento, a investigação na pesquisa de campo obtém dados aplicáveis na análise estatística e obtenção dos resultados do trabalho: a avaliação do impacto das modificações. O processo investigativo de cada registro de modificação coletado segue a seguinte ordem:

1. **Análise de projetos** – envolve a seleção dos documentos classificados, conforme relevância das informações contidas para o trabalho, e também, a interpolação dos dados selecionados sobre os registros projetuais.

2. **Vistoria** – refere-se à investigação do problema *in-loco* para identificar a ocorrência do problema. É importante a utilização de ferramentas que auxiliem a vistoria como: anotações em documentos e projetos, preenchimento em fichas de vistoria, registros fotográficos, e se necessário, aplicação de entrevistas.
3. **Anamnese** – refere-se ao levantamento de subsídios para o entendimento dos dados coletados, nos procedimentos de levantamento de dados e vistoria. Tem o sentido de composição progressiva de um quadro de entendimento global de um contexto, e também, remoção de informações discrepantes ou irrelevantes identificadas anteriormente. Durante a anamnese é comum à aplicação de entrevistas com diferentes pessoas envolvidas no processo.
4. **Pesquisa** – trata-se de uma investigação avançada. Deve considerar as informações obtidas durante o levantamento de dados, vistoria, anamnese, e se necessário, buscar referências externas àquelas informações obtidas. Deste modo, é importante a elaboração de uma análise crítica sobre o ponto verificado, em relação ao contexto da pesquisa, estruturado no referencial teórico.

### 6.3.4 Análise de dados

É etapa que engloba as atividades de verificação e transformação do conjunto de dados obtidos na pesquisa de campo, transformando-os em resultados iterativos, que permitam conceber medidas preventivas em futuras edificações. A análise de dados tem três propósitos fundamentais para a pesquisa: o primeiro, diagnóstico, busca compreender como a modificação e suas características se comportam a partir da análise de como este fenômeno se distribui na obra. O segundo, medida de prognóstico, visa compreender a proporção em que as modificações afetam a programação da obra, através da correlação entre as modificações e a magnitude do impacto na programação da obra. O terceiro e último, prognóstico, estabelece conjecturas sobre aspectos relevantes para a configuração de medidas preventivas em projetos.

Segundo Barbetta (2006), é importante determinar os aspectos fundamentais da pesquisa e delinear hipóteses a respeito da estrutura do estudo, conhecido como análise exploratória de dados. Para cada etapa da análise exploratória dos dados desta pesquisa, serão avaliados: Que

dados devem ser analisados, de que forma serão analisados e qual informação é relevante obter dentre os resultados desta análise.

Considerando os critérios de avaliação apresentados por Barbetta (2006), as etapas da análise de dados se sucedem da seguinte forma para cada uma das variáveis ou células quantificáveis:

1. **Definição dos dados para a análise** – selecionam-se os dados computáveis para análise estatística que melhor representem os campos de informações apresentados nos formulários.
2. **Determinação do modelo de análise** – define-se os dados como variáveis, e, determina-se a classificação destas como simples (univariada) e duplas (bivariadas).
3. **Análise de dados** – para cada variável, existe diferente número de categorias. Estas são, inicialmente, analisadas pela incidência em relação ao total de modificações, permitindo elaborar um diagnóstico básico sobre as características de cada modificação.
4. **Avaliação do impacto para cada categoria isolada** – selecionam-se as categorias de respostas que mais se repetiram. Ou seja, somam-se as respostas ou categorias que, percentualmente, foram mais significativas, até a soma alcançar 90% das incidências de cada dado ou variável verificada. A partir destes dados selecionados, avalia-se o quanto a categoria é relevante para cada tipo de impacto avaliado.

Existe a possibilidade das informações extraídas não serem suficientes para estabelecer uma conjectura sobre o campo. Neste caso, é necessário concatenar os dados de diferentes campos para estabelecer relações entre características do problema, modificação no projeto, e consequências, algum tipo de impacto na programação.

### 6.3.5 Conduta baseada em precedentes

Tem como finalidade prognosticar as modificações mais relevantes para cada tipo de impacto de obra. Isto significa que, nesta fase, são propostas recomendações de procedimentos no planejamento de obras futuras, para fins de redução do impacto em situações similares. As etapas são:

1. **Seleção dos dados significativos** – dentre as categorias com maior incidência nas modificações, selecionam-se

para cada critério de impacto na programação de obra, àquelas que representam isoladamente o maior impacto.

2. **Interpolação sequencial entre os dados selecionados** – após a seleção das categorias mais relevantes é iniciado o processo de interpolação sequencial de cada categoria por variável (célula). Então, se parte da interpolação entre a primeira e a segunda categoria mais relevante. Seguindo o procedimento, acrescenta-se uma categoria e verifica-se o resultado do impacto, até encontrar-se uma combinação significativa para o impacto procurado. Ex.: 1º passo, Sendo categoria a > outras categorias, verifica-se o impacto de “a”; 2º passo, Sendo categoria a > b, interpola-se (a,b), então verifica-se o impacto resultante de “a,b”; 3º passo, sendo a>b>...n, concatena-se (a,b,...n), então verifica-se o impacto resultante de “a,b,...n”.
3. **Projeto e suas características em relação ao impacto de execução** – correspondem à concatenação entre a combinação de características da modificação, dada pela interpolação entre as categorias identificadas e os projetos. Tem o propósito de identificar em que condições o projeto se encontrava e sua relação com o elemento modificado.
4. **Proposta de prevenção** – apoia-se nos resultados da concatenação entre projetos, das características da modificação, e também, do conhecimento sobre os estudos de caso. Neste caso, são recomendados procedimentos de planejamento e projeção, com o intuito de inibir em futuros empreendimentos, procedimentos de projetos similares àqueles que provocaram modificações nos casos estudados.

### 6.3.6 Registro do caso

Tem como finalidade avaliar e organizar um documento ou ferramenta de controle preventivo do impacto das modificações. Torna-se um item de verificação para o desenvolvimento de futuros projetos.

Este documento deve constar com no mínimo as seguintes especificações:

1. **Índice** – corresponde a um sistema amigável de busca.
2. **Descrição do caso** – nela constam informações generalizadas para cada caso avaliado.



3. **Descrição da conduta** – descrição e justificativa do prognóstico adotado.
4. **Referências** – abrangem normas, procedimentos operacionais adotados pela construtora, bibliografias e outras fontes de consulta referente ao caso.

## 6.4 RESUMO DO ROTEIRO

São apresentadas de forma sucinta as etapas do roteiro. Em cada uma das etapas exibidas no resumo estão inseridos os procedimentos correspondentes, quadro 4.

Quadro 4 – Etapas do roteiro de avaliação do impacto das modificações.

<b>1. Delimitação do registro (problema)</b>
O que é o registro? Onde está localizado? Quanto foi modificado? Qual a relevância na obra? Por que ocorreu?
<b>2. Estudo preliminar (contexto da organização vinculada ao problema)</b>
<b>2.1 Contextualização dos estudos de caso</b>
Informações gerais Análise de similaridades
<b>2.2 Contextualização dos registros</b>
Coleta de dados Análise de documentos Vistoria Anamnese
<b>2.3 Mapeamento dos registros</b>
<b>3. Identificação dos registros (investigação do problema)</b>
<b>3.1 Composição do Formulário de vistoria</b>
Identificação Localização Intervenientes e projetos relacionados à modificação Quantificação dos componentes alterados Impacto na programação
<b>3.2 Pesquisa de campo</b>
Análise de projetos Vistoria

Anamnese Pesquisa
<b>4. Análise de dados (diagnóstico)</b>
Seleção dos dados a serem analisados Determinação do modelo de análise Análise de dados Avaliação do impacto para cada categoria isolada
<b>5. Conduta baseada em precedente (prognóstico)</b>
Seleção dos dados significativos Interpolação sequencial entre os dados selecionados Projeto e suas características em relação ao impacto de execução Proposta de prevenção
<b>6. Registro do caso (domínio do conhecimento)</b>
Índice Descrição do caso Descrição da conduta Referências

Fonte: Autor (2015).

Este quadro representa o resumo do roteiro, com os procedimentos aplicados em cada uma das etapas do mesmo. O propósito é representar um modelo de domínio de conhecimento sistematizado, retroalimentável, que fornece e adquire conhecimento para cada empreendimento novo analisado. Para este fim, o roteiro deverá disponibilizar soluções baseadas em precedentes, e necessitará obter um *feedback*, retorno das informações dos problemas detectados em novas obras.

## **7 APLICAÇÃO DO ROTEIRO NOS ESTUDOS DE CASO**

O intento deste capítulo é apresentar a aplicação do roteiro de análise das modificações adotado nos estudos de caso. Tendo em conta que a 1ª fase do método – Análise do problema – foi tratada no referencial teórico, mais precisamente no capítulo 4. No capítulo 7, foram aplicados os procedimentos pertinentes as demais etapas do roteiro: Estudo Preliminar; Pesquisa exploratória, Análise de Resultados e Análise de Condutas a partir dos resultados.

### **7.1 ESTUDO PRELIMINAR**

Esta etapa da pesquisa tem como propósito, contextualizar os registros e estudos de caso – E.C., em relação aos procedimentos gerenciais adotados pela empresa. O estudo preliminar é a primeira fase da aplicação do roteiro.

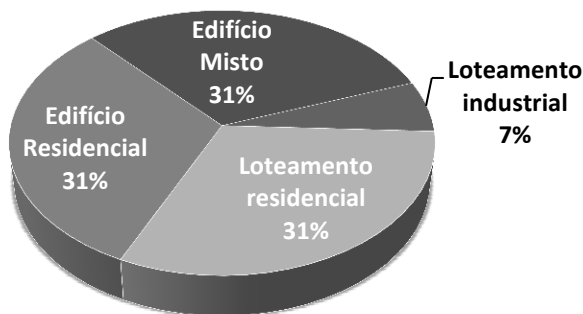
Sendo uma etapa anterior à análise de registros na pesquisa de campo, contribuiu para o mapeamento primário destes registros. Foram analisados 3 aspectos: estrutura da empresa; estudos de caso e pesquisa preliminar dos registros de modificação nos E.C.

#### **7.1.1 Contextualização da empresa**

A empresa, denominada “construtora X”, tem mais de 30 anos atuando em diferentes campos da indústria da construção como: estradas; obras de arte, como pontes e viadutos; saneamento, envolvendo esgotamento sanitário e abastecimento de água; e, mineração. É certificada pela ISO 9001-2000, voltada para gestão de qualidade, e ingressou no setor de edificações em pouco mais que 10 anos.

O setor de construção civil da empresa atua nos seguintes campos de empreendimento: loteamentos residenciais e industriais, e, edificações residenciais e comerciais. O gráfico 5 dá uma ideia da proporção em que as diferentes áreas de atuação da empresa representam para o setor da empresa responsável pela construtora.

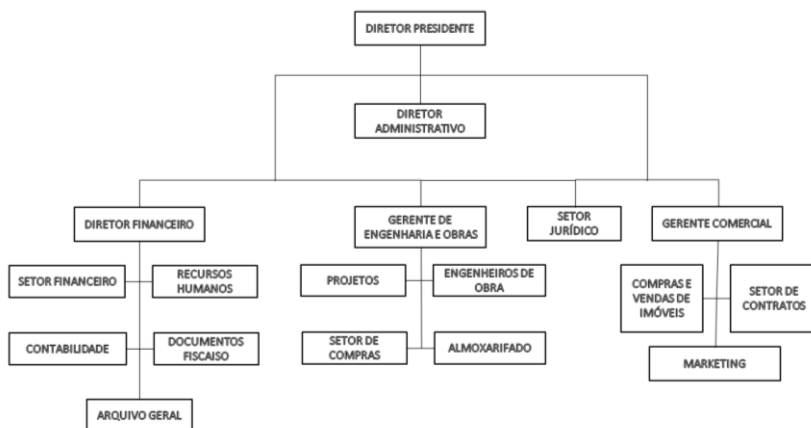
Gráfico 5 – Setores da construção onde a empresa atua.



Fonte: Autor (2014).

É possível observar que, para a construtora, as edificações representam mais de 60% dos empreendimentos. Para manter esta diversidade de atuação, a empresa conta com uma estrutura organizacional autônoma para a construtora. A estrutura da construtora, responsável pela administração dos empreendimentos apresentados no gráfico anterior, é representada no organograma da figura 18.

Figura 18 – Organograma da empresa atualizado em 10/2014.



Fonte: Construtora X (2014).

Já que a empresa atua em diferentes áreas da construção civil, cabe ao diretor administrativo, a tomada de toda a decisão estratégica da construtora. Sendo responsável executivo por este setor da empresa, o diretor administrativo é assessorado por representantes em quatro áreas diferentes: financeira, engenharia e obras, jurídica, e comercial.

#### *7.1.1.1 Gestão de planejamento - concepção*

Esta etapa corresponde ao período entre a idealização do empreendimento e o programa de necessidades. Em termos práticos, o novo empreendimento inicia a partir da prospecção de negócios, designada ao setor comercial da empresa assessorado por corretores imobiliários. A oportunidade de negócios é encaminhada ao setor de engenharia, que reúne o gerente de engenharia e obras, o coordenador de projeto da empresa e o arquiteto externo. O setor de engenharia tem como propósito, apresentar um estudo de viabilidade técnica, antecipando o estudo de viabilidade econômica, que por sua vez é elaborada pelos gerentes comercial e de engenharia e obras.

A tomada de decisão é determinada pelo presidente administrativo, tecnicamente, assessorado pelos gerentes dos diferentes setores da empresa. A partir da tomada de decisão pela direção da empresa, inicia-se o refinamento do programa de necessidades sob a coordenação integrada entre os gerentes comercial e de engenharia e obras.

#### *7.1.1.2 Gestão de planejamento – projetos*

O modelo predominante é o projeto sequencial, através de uma relação de parcerias entre construtora, escritórios de arquitetura e engenharia. Os parceiros são determinados pelas necessidades de gerenciamento e controle, conforme a natureza do empreendimento e área de aplicação. A partir do programa de necessidades pré-determinado, é elaborada uma avaliação geral de tarefas e atribuições. Existe uma interface direta entre a administradora do empreendimento e cada escritório de projetos.

Cada empreendimento possui um engenheiro coordenador de obra. A revisão de projetos é executada por um arquiteto que administra tanto, a entrada de projetos executivos dos escritórios de arquitetura e engenharia, quanto, os projetos de customizações das unidades habitacionais e comerciais.

### *7.1.1.2 Gestão de obras*

A fase de execução se inicia a partir da entrega do pacote de projetos para o engenheiro responsável pela execução, que tem o papel de coordenador da obra. Ainda que não exista uma programação de obras detalhada, existem procedimentos adotados pela empresa, de modo a padronizar o gerenciamento, acompanhado por uma estrutura de apoio.

A estrutura de apoio à coordenação da obra é formada pelas seguintes atividades: gestão operacional, envolvendo equipes setorializadas e com especialidades distintas; controle e monitoramento de serviços; gestão de materiais, administrada pelo setor de compras; e gestão de projetos executivos, associada a um revisor que integra a execução com o projeto detalhado, customização, e também, setor financeiro.

Alheio a isto, a empresa tentou incorporar ferramentas de controle nas obras como: diário de obras, as-built, e manual de procedimentos, Anexo A. Entretanto, percebeu-se que dentre estes acessórios de controle implantados experimentalmente, o manual de procedimentos é o único dispositivo utilizado regularmente em todas as obras.

## **7.1.2 Contextualização dos estudos de caso**

No estudo preliminar, foram selecionadas três edificações da mesma empresa. A partir deste momento da pesquisa, foram coletados documentos, fotografias e projetos das edificações, com o propósito de identificar características gerais de cada um dos empreendimentos, conforme serão apresentados a seguir.

### *7.1.2.1 Estudo de caso 01*

Localizado na área urbana da cidade de Criciúma, situada junto à avenida principal da cidade, o estudo de caso em questão se trata de um condomínio com 3 edificações mistas, independentes, sem alguma interligação através de embasamento ou garagem subsolo comum às torres. Cada uma das edificações é composta por embasamento e torre, conforme apresenta a figura 19.

Figura 19 – Estudo de caso 01 localizado em Criciúma.



Fonte: Autor (2014).

O embasamento é restrito ao pavimento térreo, onde ficam as unidades comerciais, as garagens em pilotis, e também, o acesso para a torre de apartamentos. A torre, por sua vez, é composta por 7 pavimentos, onde ficam as unidades habitacionais, a cobertura não é ocupada por unidades habitacionais possuindo apenas telhado convencional e acesso para a casa de máquinas e para o reservatório superior.

#### *7.1.2.2 Estudo de caso 02*

O estudo de caso 02 se localiza na área central da cidade de Criciúma, se trata de uma edificação mista, composta por duas torres unidas por um único embasamento, interligando garagens, térreo e área comum de lazer. Trata-se de uma edificação com mais de 50 metros de altura com 21 pavimentos exigindo um sistema preventivo diferenciado, figura 20.

Figura 20 – Estudo de caso 02 localizado em Criciúma.



Fonte: Autor (2014).

Como foi citado antes, o embasamento conecta as duas torres, os pavimentos em comum são: subsolo, térreo, garagens e pilotis. As torres 01 e 02 são compostas por pavimentos tipo e cobertura onde ficam as unidades habitacionais. As torres contam também com o reservatório e casa de máquinas.

#### *7.1.2.3 Estudo de caso 03*

O estudo de caso 03, diferente dos outros 2 estudos de casos, está localizado no município de Palhoça. Trata-se de uma edificação mista, com 25 pavimentos, composta por uma única torre e embasamento, conforme mostra a figura 21. O embasamento é composto por 5 pavimentos: 1 pavimento “térreo”, 3 pavimentos “garagem” e 1 pavimento “garagem pilotis”. A torre é composta por 20 pavimentos: 14 pavimentos “tipo 1”, 2 pavimentos “tipo 2”, 2 pavimentos “tipo 3”, 1 pavimento “salão de festas” e 1 pavimento de “área de concentração”. Nos pavimentos superiores da torre, se encontra um salão de conferências, área comum servindo às unidades residenciais, reservatório, casa de máquinas e heliporto atendendo às especificações da NSCI.



Figura 21 – Estudo de caso 03 localizado em Palhoça.



Fonte: Autor (2014).

Faz-se uma ressalva a respeito do estudo de caso 03, isto se deve à mudança de escopo do projeto da edificação, em razão das alterações no plano diretor do município de Palhoça. O plano diretor, promulgado em 1993, foi alterado em 2012. Dentre os artigos alterados, aumentou-se a taxa de ocupação e número de pavimentos permitidos. Neste mesmo ano, com os projetos concluídos e cronograma de início de obra programado, a construtora decidiu por alterar o escopo do edifício, aumentando o número de pavimentos. Deste modo, o projeto arquitetônico, estrutural e complementar foi refeito a partir do projeto inicial, adotando-se assim o procedimento de compatibilização e revisão de projetos a partir de um coordenador externo.

#### *7.1.2.2 Análise de similaridades*

Para fins de análise, as restrições foram aumentadas a fim de obterem-se dados com menores interferências externas. As restrições se basearam em algumas similaridades das edificações. Entre as características mais relevantes, buscaram-se estudos de casos com tipologia, zoneamento, taxa de ocupação, padrão e área construída.

Os estudos de casos encontram-se em zonas densamente ocupadas, onde os planos diretores favoreceram a construção de

comércio e estacionamento. Segundo PDC– Plano Diretor de Criciúma (2012), desde que não ultrapasse dois pavimentos e atendam algumas restrições, não serão computadas as áreas de pavimento em subsolo, térreo, mezanino e/ou sobreloja e garagens e/ou atividades de uso comum. Nota-se que, os planos diretores foram determinantes na definição do perfil das edificações, conforme mostra o quadro 5.

Quadro 5 – Similaridades entre E.C.

<b>Características</b>	<b>E.C. 01</b>	<b>E.C. 02</b>	<b>E.C. 03</b>
<b><i>Cronograma</i></b>	2011-2016	2012-2016	2012-2016
<b><i>Localização</i></b>	Criciúma	Criciúma	Palhoça
<b><i>Zoneamento</i></b>	ZM-8	ZMC	ZMC
<b><i>I.A.</i></b>	3 (1,00)	3,5 (1,17)	5,2 (1,73)
<b><i>T.O.</i></b>	60% (1,00)	60% (1,00)	58% (0,99)
<b><i>Nº de torres</i></b>	02 (1,00)	02 (1,00)	01 (0,50)
<b><i>Nº de pavimentos</i></b>	08 (1,00)	21 (2,62)	25 ( 3,00)
<b><i>Área terreno</i></b>	6672m <sup>2</sup> (1,00)	5431m <sup>2</sup> (0,81)	1500m <sup>2</sup> (0,22)
<b><i>Área construída</i></b>	15922 m <sup>2</sup> (1,00)	18118m <sup>2</sup> (1,14)	16773m <sup>2</sup> (1,05)
<b><i>Unidades habitacionais</i></b>	140 (1,00)	204 (1,46)	102 (0,73)
<b><i>Elevadores por torres</i></b>	02 (1,00)	03 (1,50)	02 (1,00)
<b><i>Salas comerciais</i></b>	06 (1,00)	0,8 (1,33)	04 (0,67)

Fonte: Autor (2014).

Este quadro apresenta características de zoneamento, tipológicas, e áreas correspondentes a cada estudo de caso – E.C. Também é representada a relação de proporção entre os E.C. tomando como referência, a obra 01 com valor (1,00).

### 7.1.3 Contextualização dos registros

Os registros ocorreram no período entre maio de 2014 a outubro de 2014. Desde o início, dado pelo prazo de pesquisa nos estudos de caso, a amostra coletada representa uma fração considerável

das modificações. Entretanto, muitas alterações e customizações ainda não foram iniciadas e podem surgir até a inauguração da edificação.

### 7.1.3.1 Dados Coletados

Os dados da empresa foram obtidos do arquivo do setor de projetos e dos arquivos de obra referente aos estudos de caso 01, 02 e 03, quadro 6.

Quadro 6 – Documentos coletados.

DOCUMENTOS COLETADOS				
DATA DE INÍCIO DA OBRA		E.C. 01	E.C. 02	E.C. 03
PROJETOS	Sondagem	-	-	-
	Projeto arquitetônico	sim	sim	Sim
	Projeto estrutural	sim	sim	Sim
	Projeto hidrosanitário	sim	sim	Sim
	Projeto Elétrico	sim	sim	Sim
	Projeto preventivo	sim	sim	Sim
DOCUMENTOS EXECUTIVOS	Projeto arquitetônico detalhado	Não	Não	Não
	Memorial descritivo	sim	Sim	Sim
	Memorial de projeto	-	-	-
	Memorial de cálculo	Não	Não	Não
	RNC	Não	Não	Não
	As-built	-	Não	Sim
	Diário de obras	Não	Não	-
	Anotações	sim	Sim	Sim
UNIDADES CUSTOMIZADAS	Projeto Layout	sim	Sim	-
	Projeto paginação pisos/forro	sim	sim	-
	Projeto hidrosanitário	Não	Não	Não
	Projeto Luminotécnico	sim	-	-
	Projeto preventivo	sim	Sim	Sim
	Projeto de mobília	sim	Sim	-
	Detalhamento	sim	Sim	-

Fonte: Autor (2014).

Os dados referentes aos projetos arquitetônicos, estruturais e complementares originais foram coletados junto ao arquiteto responsável pela revisão de projetos da construtora no período de maio de 2014. Porém, os dados referentes aos projetos de customização foram adquiridos na obra, junto ao engenheiro responsável pela execução, ou mesmo, o mestre de obras.

#### *7.1.3.2 Coleta de documentos*

A partir da coleta dos documentos e projetos originais iniciou-se o levantamento dos documentos, após a análise gráfica dos projetos em relação às normas de projeto. A análise preliminar, baseada na sobreposição de plantas de projetos arquitetônicos e complementares, entre outros artifícios de pesquisa, verificou pontos críticos apontando divergências entre os projetos e as normas NR 9050, NSCI e planos diretores.

#### *7.1.3.3 Vistoria*

As vistorias nos estudos de caso iniciaram após do levantamento dos projetos na obra, foram acompanhados pelo mestre de obras ou engenheiro responsável. A participação destes técnicos responsáveis pela execução agilizou a coleta de informações, devido ao conhecimento cognitivo adquirido no decorrer da obra .

#### *7.1.3.4 Anamnese*

Junto às vistorias, ocorreu o procedimento de anamnese por conversa informal e entrevistas não estruturadas com membros do corpo operacional e gerencial das obras. Paralelamente, houve entrevistas com técnicos do setor de projetos e gerente de engenharia e obras.

#### *7.1.3.5 Mapeamento dos registros*

O mapeamento foi o resultado da combinação das seguintes etapas das pesquisas preliminares: coleta de documentos, vistoria e anamnese. Apresentou, inicialmente, 118 registros de modificação que foram revisados, selecionados e enumerados novamente. Os registros mapeados estão indicados nas plantas baixas dos estudos de caso, Apêndice B – Figuras 1 à 12.

## 7.2 PESQUISA DE CAMPO

Refere-se à etapa da pesquisa exploratória, que ocorreu no período entre janeiro a julho de 2015, na qual foram coletados dados pertinentes aos registros mapeados na etapa da pesquisa preliminar. A aplicação da pesquisa de campo contou com um planejamento com a finalidade de facilitar a coleta e o registro de dados. Quase que simultaneamente, iniciaram as vistorias periódicas nos estudos de caso E.C. 01, 02 e 03. Também foram realizadas entrevistas não estruturadas, com membros do corpo administrativo e gerencial da empresa, tendo como propósito, complementar as informações obtidas nas obras.

Para uma melhor compreensão da etapa de pesquisa de campo, é apresentado neste item: o modelo de software adotado para a elaboração do formulário de vistoria; os procedimentos realizados durante a pesquisa de campo; e, 4 exemplos de registros preenchidos de acordo com o roteiro.

### 7.2.1 Software adotado no formulário de vistoria

O formulário de vistoria, descrito no item 6.3.3.1, foi adaptado a um *software* de gerenciamento de banco de dados, também conhecido como, Sistema de Gerenciamento de Banco de Dados (SGBD) ou do inglês, Data Base Management System (DBMS).

O sistema adotado neste formulário foi o *Microsoft Office Access*, adequado ao gerenciamento de dados. Apesar deste programa não permitir criar uma hierarquia estruturada no banco de dados, o desenvolvimento se deu de forma intuitiva, permitindo realizar comandos pertinentes ao controle de dados, e também, boas interfaces com os usuários. Outro aspecto importante é a interface deste programa com os demais programas do pacote *Office*, cujas ferramentas são familiares a grande parte dos usuários de computador.

### 7.2.2 Procedimentos realizados durante a pesquisa

Iniciou-se o processo de análise de projetos junto ao desenvolvimento do banco de dados, baseado em critérios de informações do formulário de vistoria. A análise de projetos foi iniciada em janeiro de 2015, estendendo-se por todo o período da pesquisa de campo. Esta etapa consistiu, basicamente, na análise comparativa entre os projetos envolvidos da modificação registrada.

As primeiras vistorias na fase de pesquisa de campo ocorreram a partir de fevereiro de 2015, envolvendo visitas periódicas semanais nas obras, aproximadamente por 5 meses seguidos. Estas visitas corresponderam aos procedimentos de vistoria e anamnese, onde aproveitou-se a oportunidade para a realização de entrevistas informais.

Como último recurso para obter-se informação, durante os meses de julho e parte de agosto de 2015, iniciou-se o procedimento de “pesquisa” durante a pesquisa de campo. Nesta fase, aplicou-se a combinação dos procedimentos anteriores, e também, coletou-se informações com engenheiros, gerentes e dados extraídos de documentos diversos. Os 4 registros apresentados neste item são exemplos de como se procedeu para preencher os dados da vistoria.

### 7.2.3 Exemplo 01 (Registro n° 65 –E.C. 01)

Este registro foi identificado em setembro de 2014, durante a vistoria na pesquisa preliminar. A partir da informação obtida com o mestre de obras, notou-se a ocorrência da modificação de projeto atendendo a necessidade de passagem dos eletrodutos por um *shaft* não dimensionado em projeto. Com esta informação, registrou-se o elemento encontrado, sua localização na edificação através de anotações e fotografias, figura 22. Estas informações caracterizaram a modificação que fora mapeada junto com os demais registros.

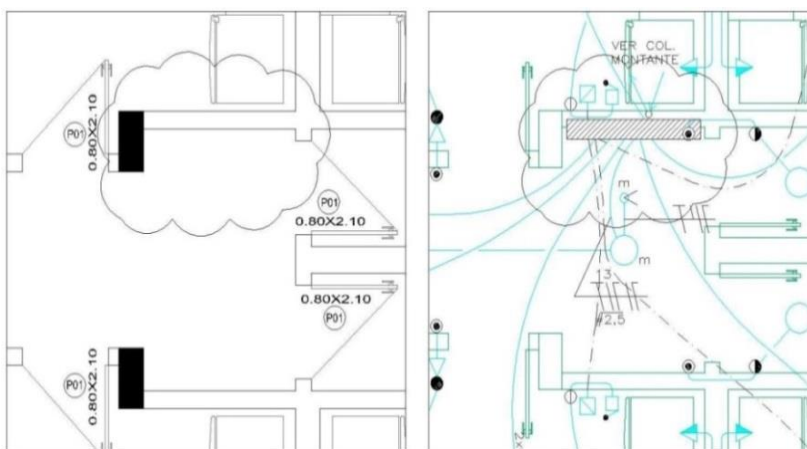
Figura 22 – Modificação do *shaft* elétrico, foto tirada do apto 103.



Fonte: Autor (2014).

Havendo diferentes categorias de registros e informações das modificações, foi possível desenvolver a pesquisa de campo baseada na análise de projetos. Através da comparação entre projetos arquitetônico, estrutural e elétrico constatou-se que havia incompatibilidade de informações entre os mesmos projetos analisados, figura 23.

Figura 23 – Projetos arquitetônico e elétrico.



Fonte: Construtora X (2013, adaptado pelo AUTOR, 2015).

Na figura acima é possível ver que o projeto arquitetônico não considerou dimensionar um shaft para a passagem de eletrodutos, nem ao menos considerou uma área adequada para a implantação deste sistema. O projeto elétrico, por sua vez, incluiu um quadro de passagem, sem considerar a possibilidade de a área ser capaz de acomodar estes elementos projetados.

A partir da análise comparativa entre ambos os projetos, elétrico e arquitetônico, se sucederam os demais procedimentos da pesquisa de campo como vistoria, anamnese e pesquisa. O conjunto destas ações permitiu o preenchimento completo do formulário da modificação referida.

Deste modo, o quadro 7 apresenta de forma sintética, quais procedimentos foram necessários para o preenchimento dos dados em cada uma das células do formulário do exemplo 01, registro nº 65.

Quadro 7 – Formulário aplicado no Registro nº 65.

Formulário		
campo	procedimento	preenchimento
<b>1. Identificação</b>		
<div> <div>1. Identificação:</div> <div>código de registro: 65</div> </div> <div> <div>tipo de modificação: não intencional</div> <div>origem: projeto</div> <div>elemento modificado: shaft</div> <div>replicações geradas: 56</div> <div> <div>descrição:</div> <div>Projeto arquitetônico não considera quadro de distribuição da rede elétrica para pavimento. Necessário fazer shaft ocupando área dos apartamentos final 3,4, 7 e 8.</div> </div> </div>		
<b>registro da modificação</b>	Pesquisa preliminar.	65
<b>tipo de modificação</b>	Pesquisa preliminar – Anamnese (entrevista com engenheiro e mestre)	não intencional
<b>origem</b>	Pesquisa preliminar – Anamnese (entrevista com engenheiro e mestre)	projeto
<b>elemento modificado</b>	Pesquisa de campo – análise de projetos (projeto arquitetônico, projetos complementares).	shaft
<b>replicações geradas</b>	Pesquisa de campo – vistoria (verificação de réplicas).	56
<b>descrição</b>	Pesquisa preliminar – vistoria (anotações).	Projeto arquitetônico não considera quadro de distribuição da rede elétrica para pavimento. Necessário fazer <i>shaft</i> ocupando área dos apartamentos final 3,4, 7 e 8.



Formulário		
campo	procedimento	preenchimento
<b>2. Localização</b>		
<div> <b>2. Localização:</b> <span>65</span> </div> <div> estudo de caso: obra 01 <input type="text"/>   localização geral: torre 01 - torre 02 <input type="text"/>   pavimento: tipo <input type="text"/>   localização por tipo de uso: área técnica <input type="text"/>   unidade privativa: <input type="text"/>   ambiente alterado: cozinha <input type="text"/> circulação <input type="text"/> </div>		
<b>estudo de caso</b>	Pesquisa preliminar – vistoria(identificação da modificação no estudo de caso).	obra 01
<b>localização geral</b>	Pesquisa de campo – vistoria (verificação de réplicas).	torre 01 torre 02
<b>pavimento</b>	Pesquisa de campo – análise de projetos(projeto arquitetônico, projetos complementares).	tipo
<b>localização por tipo de uso</b>	Pesquisa de campo – análise de projetos (projeto arquitetônico, complementares).	Área técnica
<b>unidade privativa</b>	Pesquisa de campo – análise de projetos (projeto arquitetônico).	–
<b>ambiente alterado</b>	Pesquisa de campo – análise de projetos (projeto arquitetônico, complementares).	Cozinha circulação

Formulário																													
campo	procedimento	preenchimento																											
<b>3. Intervenientes e projetos associados à modificação</b>																													
<div> <b>3. Intervenientes e projetos associados à modificação:</b> <div>65</div> </div> <table border="1"> <thead> <tr> <th>interveniente:</th> <th>projeto:</th> <th>status:</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>projetista</td> <td>projeto arquitetônico</td> <td>incompatível</td> </tr> <tr> <td>projetista</td> <td>projeto elétrico</td> <td>incompatível</td> </tr> <tr> <td>projetista</td> <td>projeto arquitetônico</td> <td>inconstrutível</td> </tr> <tr> <td>projetista</td> <td>projeto estrutural</td> <td>incompatível</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>			interveniente:	projeto:	status:	projetista	projeto arquitetônico	incompatível	projetista	projeto elétrico	incompatível	projetista	projeto arquitetônico	inconstrutível	projetista	projeto estrutural	incompatível												
interveniente:	projeto:	status:																											
projetista	projeto arquitetônico	incompatível																											
projetista	projeto elétrico	incompatível																											
projetista	projeto arquitetônico	inconstrutível																											
projetista	projeto estrutural	incompatível																											
<b>interveniente</b>	Pesquisa de campo – anamnese (entrevista com engenheiro e mestre).	(a <sup>2</sup> ) projetista (b <sup>2</sup> ) projetista (c <sup>2</sup> ) projetista (d <sup>2</sup> ) projetista																											
<b>projeto</b>	Pesquisa de campo – Pesquisa: <ul style="list-style-type: none"> <li>Análise de projetos (projeto arquitetônico, projetos complementares);</li> <li>Anamnese (entrevista com engenheiro e mestre).</li> </ul>	(a <sup>2</sup> ) projeto arquitetônico (b <sup>2</sup> ) projeto elétrico (c <sup>2</sup> ) projeto arquitetônico (d <sup>2</sup> ) projeto estrutural																											
<b>status do projeto</b>	Pesquisa de campo – Pesquisa: <ul style="list-style-type: none"> <li>Análise de projetos (projeto arquitetônico, projetos complementares);</li> <li>Anamnese (entrevista com engenheiro e mestre).</li> <li>Pesquisa (análise de compatibilidade, padronização, construtibilidade e comunicabilidade).</li> </ul>	(a <sup>2</sup> ) informação incompatível (b <sup>2</sup> ) informação incompatível (c <sup>2</sup> ) projeto inconstrutível (d <sup>2</sup> ) projeto incompatível																											

Formulário					
campo	procedimento			preenchimento	
<b>4. Quantificação dos componentes alterados</b>					
<b>4. Quantificação dos componentes alterados:</b>					65
procedimento:	atividade envolvida:	item:	quantidade:	unid.:	
Demolição	supra-estrutura	laje	0,3	m²	
Substituição	paredes e painéis	alvenaria	5,3	m²	
substituição	instalações elétricas	caixas de passagem	1	un.	
<b>procedimento adotado</b>	Pesquisa de campo – Anamnese (entrevista com engenheiro e mestre)			(a) demolição (b) substituição (c) substituição	
<b>atividade envolvida</b>	Pesquisa de campo – análise de projetos (projeto arquitetônico, complementares).			(a) supra-estrutura (b) paredes e painéis (c) instalações elétricas	
<b>item</b>	Pesquisa de campo – análise de projetos (projeto arquitetônico, complementares).			(a) laje (b) alvenaria (c) caixa de passagem	
<b>quantidade</b>	Pesquisa de campo – Pesquisa: <ul style="list-style-type: none"> <li>Análise de projetos (projeto arquitetônico, projetos complementares);</li> <li>Pesquisa (TCPO, Planilha de quantitativo).</li> </ul>			(a) 0,3 (b) 5,3 (c) 1	
<b>unidade</b>	Pesquisa de campo – Pesquisa: <ul style="list-style-type: none"> <li>Análise de projetos (projeto arquitetônico,</li> </ul>			(a) m² (b) m² (c) un.	

Formulário		
campo	procedimento	preenchimento
	projetos complementares); <ul style="list-style-type: none"> <li>Anamnese (entrevista com engenheiro e mestre).</li> <li>Pesquisa (TCPO, Planilha de quantitativo).</li> </ul>	
<b>5. Impacto na programação</b>		
<div> <p><b>Impacto na programação:</b></p> <p><b>paralisação</b></p> <p>período: <input type="text" value="bimestre (220 a 440hrs)"/> ▼</p> <p>abrangência: <input type="text" value="elemento construído"/> ▼</p> </div>		
<b>paralisação - período</b>	Pesquisa de campo – Anamnese (entrevista com engenheiro e mestre).	bimestre (220 a 440hrs)
<b>paralisação - abrangência</b>	Pesquisa de campo – Pesquisa: <ul style="list-style-type: none"> <li>Análise de projetos (projeto arquitetônico, projetos complementares);</li> <li>Vistoria (registro de imagem, anotações e observação);</li> <li>Anamnese (entrevista com engenheiro e mestre).</li> </ul>	Elemento

Formulário			
campo	procedimento		preenchimento
<b>5. Impacto na programação:</b>			65
<b>acompanhamento técnico</b>			
setores internos:	nível de atividade técnica:	corpo técnico:	tempo estimado:
engenheiros de obras	decisão	2	
projetos	padrão	1	
gerente de eng. e obras	consulta	1	
setores externos:	nível de atividade técnica:	corpo técnico:	tempo estimado:
engenheiro eletricitista	consulta	1	
<b>mercado imobiliário</b>			
percepção:	neutro		
<b>acompanhamento técnico – interno</b>	Pesquisa de campo – Anamnese (entrevista com engenheiro e colaborador administrativo).		(a <sup>1</sup> ) engenheiros de obras (b <sup>1</sup> ) gerente de eng. e obras (c <sup>1</sup> ) setor de projetos
<b>acompanhamento técnico – externo</b>	Pesquisa de campo – Anamnese (entrevista com engenheiro e corpo membro do corpo administrativo).		(d <sup>1</sup> ) engenheiro eletricitista
<b>nível de atividade técnica</b>	Pesquisa de campo – Anamnese (entrevista com engenheiro e corpo membro do corpo administrativo).		(a <sup>1</sup> ) decisão (b <sup>1</sup> ) padrão (c <sup>1</sup> ) consulta (d <sup>1</sup> ) consulta
<b>corpo técnico</b>	Pesquisa de campo – Anamnese (entrevista com membros do corpo administrativo).		(a <sup>1</sup> ) 2 (b <sup>1</sup> ) 1 (c <sup>1</sup> ) 1 (d <sup>1</sup> ) 1
<b>percepção do setor imobiliário</b>	Pesquisa de campo – Anamnese (entrevista com agentes imobiliários).		neutro

Fonte: Autor (2015).

Pode se observar que, a partir do formulário preenchido, Apêndice C – Figura 1, do registro nº 65, que a modificação foi: originada no projeto, não intencionalmente, gera réplicas em vários pavimentos, e, apesar da paralisação ter ficado restrita ao elemento construído, mobilizou 5 membros para definir qual o procedimento corretivo mais adequado para devida modificação.

#### **7.2.4 Exemplo 02 (Registro nº 04 – E.C. 02)**

Este registro foi identificado pelo mestre de obras junto com o arquiteto revisor – setor de projetos, durante a fase de coleta de dados em maio de 2014.

Durante a vistoria na fase de pesquisa preliminar, o mestre de obras descreveu que a rampa foi modificada em virtude da altura da viga, que impediria a circulação de veículos na garagem inferior. A partir desta informação, registrou-se o elemento encontrado e sua localização na edificação, usando anotações e fotografias que pudessem caracterizar a modificação para ser mapeada junto aos demais registros encontrados, figura 24.

Figura 24 – Rampa vista do pavimento garagens.



Fonte: Autor (2014).

Durante a análise de projetos notou-se que os projetos arquitetônico e estrutural foram significativos para esta modificação. Apesar de não ter gerado réplicas, os transtornos causados por desperdício de material e serviços, paralização de atividades e envolvimento do corpo técnico foram bem relevantes para o impacto na programação da obra. O quadro 8 apresenta de forma sintética, quais procedimentos foram necessários para o preenchimento dos dados em cada uma das células do formulário, para o exemplo 02, registro nº04.

Quadro 8 – Formulário aplicado no Registro nº 04.

Formulário Registro nº 04		
campo	características	preenchimento
<b>1. Identificação</b>		
<div> <div>1. Identificação:</div> <div>código de registro: 4</div> </div> <div> <div>tipo de modificação:</div> <div>não intencional</div> </div> <div> <div>origem:</div> <div>projeto</div> </div> <div> <div>elemento modificado:</div> <div>rampa</div> </div> <div> <div>replicações geradas:</div> <div>1</div> </div> <div> <div>descrição:</div> <div>Projeto arquitetônico não considerou dimensão de carga e projeto estrutural não considerou h=mínimo para circulação dos pavimentos.</div> </div>		

Formulário Registro nº 04		
campo	características	preenchimento
<b>descrição</b>	Pesquisa preliminar – vistoria (anotações).	Projeto arquitetônico não considerou dimensão de carga e projeto estrutural não considerou h=mínimo para circulação dos pavimentos.
<b>2. Localização</b>		
<div> <b>2. Localização:</b> <span>4</span> </div> <div> estudo de caso: obra 02 ▾  localização geral: embasamento ▾  pavimento: terreo ▾  localização por tipo de uso: comum ▾  unidade privativa:   ambiente alterado: garagem garagem </div>		
<b>estudo de caso</b>	Pesquisa preliminar – vistoria – (investigação no local, registro de imagem, registro textual)	obra 02
<b>localização geral</b>	Pesquisa de campo – vistoria (verificação de réplicas).	embasamento
<b>pavimento</b>	Pesquisa de campo – análise de projetos (projeto arquitetônico).	garagem
<b>localização por tipo de uso</b>	Pesquisa de campo – análise de projetos (projeto arquitetônico).	Comum
<b>unidade privativa</b>	Pesquisa de campo – análise de projetos (projeto arquitetônico).	–



Formulário Registro nº 04																													
campo	características	preenchimento																											
ambiente alterado	Pesquisa de campo – análise de projetos (projeto arquitetônico).	garagem																											
<b>3. Intervenientes e projetos associados à modificação</b>																													
<div> <b>3. Intervenientes e projetos associados à modificação:</b> <span>4</span> </div> <table border="1"> <thead> <tr> <th>interveniente:</th> <th>projeto:</th> <th>status:</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>arquiteto</td> <td>projeto arquitetônico</td> <td>inconstrutível</td> </tr> <tr> <td>calculista estrutural</td> <td>projeto estrutural</td> <td>incompatível</td> </tr> <tr> <td>calculista estrutural</td> <td>projeto estrutural</td> <td>não-funcional</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>			interveniente:	projeto:	status:	arquiteto	projeto arquitetônico	inconstrutível	calculista estrutural	projeto estrutural	incompatível	calculista estrutural	projeto estrutural	não-funcional															
interveniente:	projeto:	status:																											
arquiteto	projeto arquitetônico	inconstrutível																											
calculista estrutural	projeto estrutural	incompatível																											
calculista estrutural	projeto estrutural	não-funcional																											
<b>interveniente</b>	Pesquisa preliminar – Anamnese – entrevista com engenheiro e mestre.	(a²) arquiteto (b²) calculista estrutural (c²) calculista estrutural																											
<b>projeto</b>	Pesquisa de campo – Pesquisa: <ul style="list-style-type: none"> <li>Análise de projetos (projeto arquitetônico, projetos complementares);</li> <li>Anamnese (entrevista com engenheiro e mestre).</li> <li>Pesquisa (análise de compatibilidade, padronização, construtibilidade e comunicabilidade do projeto).</li> </ul>	(a²) projeto arquitetônico (b²) projeto estrutural (c²) projeto estrutural																											
<b>status do projeto</b>	Pesquisa de campo – Pesquisa: <ul style="list-style-type: none"> <li>Análise de projetos (projeto arquitetônico, projetos complementares);</li> </ul>	(a²) inconstrutível (b²) incompatível (c²) não funcional																											

Formulário Registro nº 04																																																																	
campo	características			preenchimento																																																													
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Anamnese (entrevista com engenheiro e mestre).</li> <li>Pesquisa (análise de compatibilidade, padronização, construtibilidade e comunicabilidade do projeto).</li> </ul>																																																																
<b>4. Quantificação dos componentes alterados</b>																																																																	
<div> <b>4. Quantificação dos componentes alterados:</b> <span>4</span> </div> <table border="1"> <thead> <tr> <th>procedimento:</th> <th>atividade envolvida:</th> <th>item:</th> <th>quantidade:</th> <th>unid.:</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Demolição ▾</td> <td>supra-estrutura ▾</td> <td>caixaria</td> <td>97,5</td> <td>m<sup>2</sup> ▾</td> </tr> <tr> <td>Substituição ▾</td> <td>supra-estrutura ▾</td> <td>laje inclinada</td> <td>75</td> <td>m<sup>3</sup> ▾</td> </tr> <tr><td>▾</td><td>▾</td><td></td><td></td><td>▾</td></tr> <tr><td>▾</td><td>▾</td><td></td><td></td><td>▾</td></tr> <tr><td>▾</td><td>▾</td><td></td><td></td><td>▾</td></tr> <tr><td>▾</td><td>▾</td><td></td><td></td><td>▾</td></tr> <tr><td>▾</td><td>▾</td><td></td><td></td><td>▾</td></tr> <tr><td>▾</td><td>▾</td><td></td><td></td><td>▾</td></tr> <tr><td>▾</td><td>▾</td><td></td><td></td><td>▾</td></tr> <tr><td>▾</td><td>▾</td><td></td><td></td><td>▾</td></tr> <tr><td>▾</td><td>▾</td><td></td><td></td><td>▾</td></tr> </tbody> </table>						procedimento:	atividade envolvida:	item:	quantidade:	unid.:	Demolição ▾	supra-estrutura ▾	caixaria	97,5	m <sup>2</sup> ▾	Substituição ▾	supra-estrutura ▾	laje inclinada	75	m <sup>3</sup> ▾	▾	▾			▾	▾	▾			▾	▾	▾			▾	▾	▾			▾	▾	▾			▾	▾	▾			▾	▾	▾			▾	▾	▾			▾	▾	▾			▾
procedimento:	atividade envolvida:	item:	quantidade:	unid.:																																																													
Demolição ▾	supra-estrutura ▾	caixaria	97,5	m <sup>2</sup> ▾																																																													
Substituição ▾	supra-estrutura ▾	laje inclinada	75	m <sup>3</sup> ▾																																																													
▾	▾			▾																																																													
▾	▾			▾																																																													
▾	▾			▾																																																													
▾	▾			▾																																																													
▾	▾			▾																																																													
▾	▾			▾																																																													
▾	▾			▾																																																													
▾	▾			▾																																																													
▾	▾			▾																																																													
<b>procedimento adotado</b>	Pesquisa de campo – Anamnese (entrevista com engenheiro e mestre).			(a) demolição (b) substituição																																																													
<b>atividade envolvida</b>	Pesquisa de campo – análise de dados (projeto arquitetônico, projeto estrutural e registro de imagem).			(a) supra-estrutura (b) supra-estrutura																																																													
<b>item</b>	Pesquisa de campo – análise de projetos (projeto arquitetônico, estrutural).			(a) caixaria (b) laje inclinada																																																													
<b>quantidade</b>	Pesquisa de campo – Pesquisa: <ul style="list-style-type: none"> <li>Análise de projetos (projeto arquitetônico, projeto estrutural);</li> <li>Pesquisa (TCPO 13, Planilha de quantitativo).</li> </ul>			(a) 97,50 (b) 75,00																																																													

Formulário Registro nº 04		
campo	características	preenchimento
<b>unidade</b>	Pesquisa de campo – Pesquisa: <ul style="list-style-type: none"> <li>Análise de projetos (projeto arquitetônico, projetos complementares);</li> <li>Anamnese (entrevista com engenheiro e mestre).</li> <li>Pesquisa (TCPO, Planilha de quantitativo).</li> </ul>	(a) m <sup>2</sup> (b) m <sup>3</sup>
<b>5. Impacto na programação</b>		
<div> <b>Impacto na programação:</b> </div> <div> <b>paralisação</b>            período: <input type="text" value="bimestre (220 a 440hrs)"/> <input type="button" value="v"/>            abrangência: <input type="text" value="pavimento parcial"/> <input type="button" value="v"/> </div>		
<b>paralisação - período</b>	Pesquisa de campo – Anamnese (entrevista com engenheiro e mestre).	bimestre (220a440hrs)
<b>paralisação - abrangência</b>	Pesquisa de campo – Pesquisa: <ul style="list-style-type: none"> <li>Análise de projetos (projeto arquitetônico, projeto estrutural);</li> <li>Vistoria (registro de imagem, anotações e observação);</li> <li>Anamnese (entrevista com engenheiro e mestre).</li> </ul>	pav. parcial

Formulário Registro nº 04			
campo	características		preenchimento
<b>5. Impacto na programação:</b>			4
<b>acompanhamento técnico</b>			
setores internos:	nível de atividade técnica:	corpo técnico:	tempo estimado:
engenheiros de obras	informação	2	
gerente de eng. e obras	consulta	1	
setor financeiro	padrão	1	
setor projetos	padrão	1	
setores externos:	nível de atividade técnica:	corpo técnico:	tempo estimado:
arquiteto	consulta	1	
calculista estrutural	consulta	1	
<b>mercado imobiliário</b>			
percepção:	neutro		
<b>acompanhamento técnico – interno</b>	Pesquisa de campo – Anamnese (entrevista com engenheiro e colaborador administrativo).		(a <sup>1</sup> ) setor financeiro (b <sup>1</sup> ) gerente de eng. e obras (c <sup>1</sup> ) engenheiros de obras (d <sup>1</sup> ) setor de projetos
<b>acompanhamento técnico – externo</b>	Pesquisa de campo – Anamnese (entrevista com engenheiro e corpo membro do corpo administrativo).		(e <sup>1</sup> ) arquiteto (f <sup>1</sup> ) calculista estrutural
<b>nível de atividade técnica</b>	Pesquisa de campo – Anamnese (entrevista com		(a <sup>1</sup> ) padrão (b <sup>1</sup> ) consulta

<b>Formulário Registro nº 04</b>		
<b>campo</b>	<b>características</b>	<b>preenchimento</b>
	engenheiro e corpo membro do corpo administrativo).	(c¹) decisão (d¹) padrão (e¹) consulta (f¹) consulta
<b>corpo técnico</b>	Pesquisa de campo – Anamnese (entrevista com membros do corpo administrativo).	(a¹) 1 (b¹) 1 (c¹) 2 (d¹) 1 (e¹) 1
<b>percepção do setor imobiliário</b>	Pesquisa de campo – Anamnese (entrevista com agentes imobiliários da região dos empreendimentos).	

Fonte: Autor (2015).

O registro nº04, rampa, teve sua modificação originada no projeto, resultando em impacto quantitativo, caracterizado por demolição e execução não planejadas. Houve paralisação num período aproximado de dois meses, e, durante este período, foram mobilizados 7 membros ligados ao corpo técnico, administrativo e agentes externos. Este corpo técnico foi mobilizado com o objetivo de definir o procedimento de modificação a ser tomado. O registro preenchido está no Apêndice C – figura 2.

### 7.2.5 Exemplo 03 (Registro nº 75 – E.C. 01)

Esta modificação foi registrada durante a vistoria da pesquisa de campo em fevereiro de 2013. A modificação não pôde ser detectada anteriormente, durante a análise de projetos, devido ao projeto de interiores e respectivas customizações do apartamento não serem entregues dentro do prazo. Isto implicou, não apenas no desperdício, mas também, em atraso nos trâmites da construtora para permitir a execução da customização. Durante a vistoria, foi registrado no formulário, o elemento encontrado e sua localização na obra através da descrição da modificação e registro da imagem, figura 25.

Figura 25 – Imagem vista de dentro de um apartamento customizado.



Fonte: Autor (2014).

Neste registro, houve remoção de paredes e alterações nas aberturas. Deste modo, o registro foi incorporado ao mapeamento das modificações, e também, inserido no banco de dados, seguindo os procedimentos de preenchimento do formulário, quadro 9.

Quadro 9 – Formulário aplicado no Registro nº 75.

Formulário Registro nº 75		
campo	Procedimentos adotados	preenchimento
<b>1. Identificação</b>		
<b>1. Identificação:</b>		código de registro: 75
tipo de modificação:	intencional	
origem:	customização	
elemento modificado:	parede	
replicações geradas:	1	
descrição:	Alteração de parede de dormitório para suíte e ampliação de sala.	

Formulário Registro nº 75		
campo	Procedimentos adotados	preenchimento
registro da modificação	Pesquisa de campo – Vistoria	75
tipo de modificação	Pesquisa de campo – Vistoria	intencional
Origem	Pesquisa de campo – Anamnese (entrevista com engenheiro e mestre).	customização
elemento modificado	Pesquisa de campo – análise de dados (projeto arquitetônico, projeto interior).	parede
replicações geradas	Pesquisa de campo – vistoria (verificação de réplicas).	1
descrição	Pesquisa de campo – vistoria (anotações).	Alteração de parede de dormitório para suíte e ampliação de sala.

2. Localização		
2. Localização:		75
estudo de caso:	obra 01	▼
localização geral:	torre 01	▼
pavimento:	tipo	▼
localização por tipo de uso:	privado residencial	▼
unidade privativa:	509	
ambiente alterado:	dormitório	dormitório

estudo de caso	Pesquisa de campo – vistoria (identificação da modificação no estudo de caso).	obra 01
localização geral	Pesquisa de campo – vistoria.	torre 01
pavimento	Pesquisa de campo – análise de projetos (projeto arquitetônico, interior).	tipo
localização por tipo de uso	Pesquisa de campo – vistoria.	Privativo residencial

Formulário Registro nº 75																													
campo	Procedimentos adotados	preenchimento																											
unidade privativa	Pesquisa de campo – vistoria.	509																											
ambiente alterado	Pesquisa de campo – vistoria.	dormitório sala																											
<b>3. Intervenientes e projetos associados à modificação</b>																													
<div> <div>3. Intervenientes e projetos associados à modificação:</div> <div>75</div> </div> <table border="1"> <thead> <tr> <th>interveniente:</th> <th>projeto:</th> <th>status:</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>cliente (usuário) ▾</td> <td>projeto interior ▾</td> <td>fora de prazo ▾</td> </tr> <tr> <td>arquiteto de interior ▾</td> <td>projeto interior ▾</td> <td>fora de prazo ▾</td> </tr> <tr> <td>▾</td> <td>▾</td> <td>▾</td> </tr> <tr> <td>▾</td> <td>▾</td> <td>▾</td> </tr> <tr> <td>▾</td> <td>▾</td> <td>▾</td> </tr> <tr> <td>▾</td> <td>▾</td> <td>▾</td> </tr> <tr> <td>▾</td> <td>▾</td> <td>▾</td> </tr> <tr> <td>▾</td> <td>▾</td> <td>▾</td> </tr> </tbody> </table>			interveniente:	projeto:	status:	cliente (usuário) ▾	projeto interior ▾	fora de prazo ▾	arquiteto de interior ▾	projeto interior ▾	fora de prazo ▾	▾	▾	▾	▾	▾	▾	▾	▾	▾	▾	▾	▾	▾	▾	▾	▾	▾	▾
interveniente:	projeto:	status:																											
cliente (usuário) ▾	projeto interior ▾	fora de prazo ▾																											
arquiteto de interior ▾	projeto interior ▾	fora de prazo ▾																											
▾	▾	▾																											
▾	▾	▾																											
▾	▾	▾																											
▾	▾	▾																											
▾	▾	▾																											
▾	▾	▾																											
<b>interveniente</b>	Pesquisa preliminar – Anamnese (entrevista com engenheiro e mestre).	(a²) cliente (usuário) (b²) customização																											
<b>projeto</b>	Pesquisa de campo – Pesquisa: <ul style="list-style-type: none"> <li>Análise de projetos (projeto arquitetônico);</li> <li>Anamnese (entrevista com engenheiro e mestre).</li> <li>Pesquisa (análise de compatibilidade, padronização, construtibilidade e comunicabilidade do projeto).</li> </ul>	(a²) projeto interior (b²) projeto interior																											
<b>status do projeto</b>	Pesquisa de campo – Pesquisa: <ul style="list-style-type: none"> <li>Análise de projetos (projeto arquitetônico, projetos complementares);</li> <li>Anamnese (entrevista com engenheiro e</li> </ul>	(a²) fora de prazo (b²) fora de prazo																											



Formulário Registro nº 75					
campo	Procedimentos adotados			preenchimento	
	mestre); • Pesquisa (análise de compatibilidade, padronização, construtibilidade e comunicabilidade do projeto).				
<b>4. Quantificação dos componentes alterados</b>					
4. Quantificação dos componentes alterados:					75
procedimento:	atividade envolvida:	item:	quantidade:	unid.:	
Demolição ▾	paredes e painéis ▾	parede ▾	22,4	m² ▾	
remoção ▾	esquadrias de madeira ▾	porta ▾	2	un. ▾	
Execução ▾	paredes e painéis ▾	parede ▾	2	m² ▾	
Demolição ▾	esquadrias de madeira ▾	contramarco ▾	2	un. ▾	
▾	▾	▾			▾
▾	▾	▾			▾
▾	▾	▾			▾
▾	▾	▾			▾
▾	▾	▾			▾
▾	▾	▾			▾
▾	▾	▾			▾
▾	▾	▾			▾
<b>procedimento adotado</b>	Pesquisa de campo – Anamnese (entrevista com engenheiro e mestre).			(a) demolição (b) remoção (c) execução (d) demolição	
<b>atividade envolvida</b>	Pesquisa de campo – análise de projetos (projeto arquitetônico).			(a) paredes e painéis (b) esquadrias de madeira (c) paredes e painéis (d) esquadrias de madeira	
<b>item</b>	Pesquisa de campo – análise de projetos (projeto			(a) parede (b) porta	

Formulário Registro nº 75		
campo	Procedimentos adotados	preenchimento
	arquitetônico).	(c) parede (d) porta
<b>quantidade</b>	Pesquisa de campo – Pesquisa: <ul style="list-style-type: none"> <li>Análise de projetos (projeto arquitetônico, projeto interior);</li> <li>Pesquisa (TCPO, Planilha de quantitativo).</li> </ul>	(a) 22,40 (b) 2 (c) 2,00 (d) 2
<b>unidade</b>	Pesquisa de campo – Pesquisa: <ul style="list-style-type: none"> <li>Análise de projetos (projeto arquitetônico, projetos complementares);</li> <li>Pesquisa (TCPO, Planilha de quantitativo).</li> </ul>	(a) m <sup>2</sup> (b) un. (c) m <sup>2</sup> (d) un.
<b>5. Impacto na programação</b>		
<div> <b>5. Impacto na programação:</b> </div> <div> <p><b>paralisação</b></p> <p>período: <input type="text" value="mês (88 a 220hrs)"/> ▼</p> <p>abrangência: <input type="text" value="ambiente construído"/> ▼</p> </div>		
<b>paralisação - período</b>	Pesquisa de campo – Anamnese (entrevista com engenheiro e mestre).	mês (88a220hrs)
<b>paralisação - abrangência</b>	Pesquisa de campo – Pesquisa: <ul style="list-style-type: none"> <li>Análise de projetos (projeto arquitetônico, projeto interior);</li> <li>Vistoria (registro de imagem, anotações e observação);</li> <li>Anamnese (entrevista com engenheiro e mestre).</li> </ul>	ambiente alterado

Formulário Registro nº 75																																																																																							
campo	Procedimentos adotados	preenchimento																																																																																					
<b>5. Impacto na programação:</b>			75																																																																																				
<p><b>acompanhamento técnico</b></p> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 30%;">setores internos:</th> <th style="width: 30%;">nível de atividade técnica:</th> <th style="width: 15%;">corpo técnico:</th> <th style="width: 25%;">tempo estimado:</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>engenheiros de obras</td> <td>padrão</td> <td>2</td> <td></td> </tr> <tr> <td>setor financeiro</td> <td>padrão</td> <td>1</td> <td></td> </tr> <tr> <td>setor de projetos</td> <td>padrão</td> <td>1</td> <td></td> </tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 30%;">setores externos:</th> <th style="width: 30%;">nível de atividade técnica:</th> <th style="width: 15%;">corpo técnico:</th> <th style="width: 25%;">tempo estimado:</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>cliente</td> <td>decisão</td> <td>1</td> <td></td> </tr> <tr> <td>arquiteto de interior</td> <td>consulta</td> <td>1</td> <td></td> </tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table> <p><b>mercado imobiliário</b></p> <p>percepção: <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">negativo</span></p>				setores internos:	nível de atividade técnica:	corpo técnico:	tempo estimado:	engenheiros de obras	padrão	2		setor financeiro	padrão	1		setor de projetos	padrão	1																																														setores externos:	nível de atividade técnica:	corpo técnico:	tempo estimado:	cliente	decisão	1		arquiteto de interior	consulta	1													
setores internos:	nível de atividade técnica:	corpo técnico:	tempo estimado:																																																																																				
engenheiros de obras	padrão	2																																																																																					
setor financeiro	padrão	1																																																																																					
setor de projetos	padrão	1																																																																																					
setores externos:	nível de atividade técnica:	corpo técnico:	tempo estimado:																																																																																				
cliente	decisão	1																																																																																					
arquiteto de interior	consulta	1																																																																																					
<b>acompanhamento técnico – interno</b>	Pesquisa de campo – Pesquisa: <ul style="list-style-type: none"> <li>Análise de projetos (projeto arquitetônico, projeto interior);</li> <li>Vistoria (registro de imagem, anotações e observação);</li> <li>Anamnese (entrevista com engenheiro e mestre).</li> </ul>	(a <sup>1</sup> ) engenheiros de obras (b <sup>1</sup> ) setor financeiro (c <sup>1</sup> ) projetos																																																																																					
<b>acompanhamento técnico – externo</b>	Pesquisa de campo – Anamnese (entrevista com engenheiro e colaborador administrativo).	(d <sup>1</sup> ) cliente (e <sup>1</sup> ) arquiteto de interior																																																																																					

<b>Formulário Registro nº 75</b>		
<b>campo</b>	<b>Procedimentos adotados</b>	<b>preenchimento</b>
<b>nível de atividade técnica</b>	Pesquisa de campo – Anamnese (entrevista com engenheiro e colaborador administrativo).	(a¹) padrão (b¹) informação (c¹) decisão (d¹) padrão (e¹) consulta
<b>corpo técnico</b>	Pesquisa de campo – Anamnese (entrevista com engenheiro e colaborador administrativo).	(a¹) 2 (b¹) 1 (c¹) 1 (d¹) 1 (e¹) 1
<b>percepção do setor imobiliário</b>	Pesquisa de campo – Anamnese (entrevista com agentes imobiliários da região dos empreendimentos).	negativo

Fonte: Autor (2015).

Observando o formulário do registro nº 75, Apêndice C – Figura 3, verifica-se a origem da modificação na customização da unidade habitacional, e, existe projeto de arquitetura de interior. No entanto, o projeto está fora do prazo, o que desencadeou desperdício decorrente deste atraso do projeto.

#### **7.2.6 Exemplo 04 (Registro nº 33 – E.C. 02)**

O registro de modificação na parede dos apartamentos final 1, 4 e 5 foi anotado durante a vistoria da pesquisa preliminar em setembro de 2014. Estabeleceu-se como padrão de obra, remover as paredes entre sala e cozinha, como estratégia da empresa para atender tendência de mercado. Dentre os apartamentos com final 1, 4 e 5 apenas 3 unidades optaram por separar com parede as área integrada da sala e cozinha.

A estratégia adotada pela empresa ocorreu em tempo hábil, pois não gerou custos de demolição, nem desperdício de mão de obra. Portanto, foi uma alteração bem sucedida, em termos de gestão de obra. A figura 26 apresenta a unidade executada conforme proposta original.

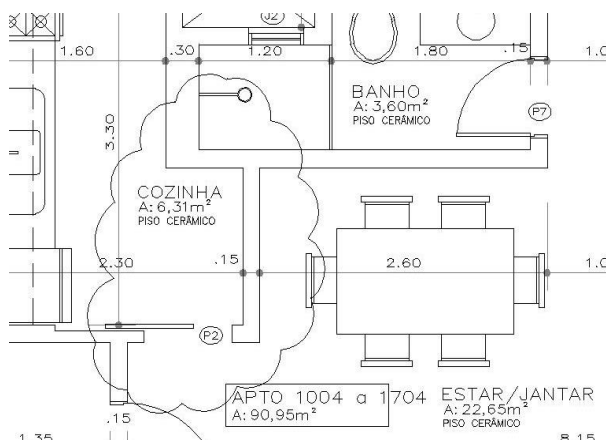
Figura 26 – Parede removida dos aptos final 1,4 e 5.



Fonte: Autor (2015).

A figura 27 apresenta o detalhe da planta baixa do pavimento tipo. Em planta, está indicada a parede e esquadria que vieram a ser removidas dos apartamentos indicados.

Figura 27 – Projeto arquitetônico – modificação de parede.



Fonte: Construtora X (2013, adaptado pelo AUTOR, 2015).

O quadro 10 apresenta, de forma sintética, que procedimentos foram necessários para se preencher os dados em cada uma das células do formulário para o exemplo 04, registro nº33.

Quadro 10 – Formulário aplicado no Registro nº 33.

Formulário Registro nº 33		
campo	características	preenchimento
<b>1. Identificação</b>		
<div> <div>1. Identificação:</div> <div>código de registro: 33</div> </div> <div> <div>tipo de modificação: intencional</div> <div>origem: execução</div> <div>elemento modificado: shaft</div> <div>replicações geradas: 102</div> <div> <div>descrição:</div> <div>Remoção das paredes e esquadrias dos apartamentos final 1, 4 e 5.</div> </div> </div>		
<b>registro da modificação</b>	Pesquisa preliminar – Anamnese (entrevista com engenheiro e mestre)	33
<b>tipo de modificação</b>	Pesquisa preliminar – Anamnese (entrevista com engenheiro e mestre)	intencional
<b>Origem</b>	Pesquisa de campo – análise de projetos (projeto arquitetônico)	execução
<b>elemento modificado</b>	Pesquisa de campo – análise de projetos (projeto arquitetônico).	parede
<b>replicações geradas</b>	Pesquisa de campo – vistoria (verificação de réplicas).	
<b>descrição</b>	Pesquisa preliminar – vistoria (anotações).	Remoção das paredes e esquadrias dos apartamentos final 1,4 e 5.

[illegible]

Formulário Registro nº 33				
campo	características		preenchimento	
<b>interveniente</b>	Pesquisa de campo – anamnese (entrevista com engenheiro e mestre).		empresa	
<b>projeto</b>	Pesquisa de campo – Pesquisa: <ul style="list-style-type: none"> <li>Análise de projetos (projeto arquitetônico);</li> <li>Anamnese (entrevista com engenheiro e mestre).</li> </ul>		projeto arquitetônico	
<b>status do projeto</b>	Pesquisa de campo – Pesquisa: <ul style="list-style-type: none"> <li>Análise de projetos (projeto arquitetônico);</li> <li>Anamnese (entrevista com engenheiro e mestre).</li> <li>Pesquisa (análise de compatibilidade, padronização, construtibilidade e comunicabilidade do projeto).</li> </ul>		adequado	

4. Quantificação dos componentes alterados				
<b>4. Quantificação dos componentes alterados:</b> <div style="float: right;">33</div>				
procedimento:	atividade envolvida:	item:	quantidade:	unid.:
remoção ▾	paredes e painéis ▾	alvenaria	7,4	m² ▾
remoção ▾	esquadrias de madeira ▾	porta	1	un. ▾
remoção ▾	revestimento interno ▾	reboco	7,4	m² ▾
remoção ▾	revestimento interno ▾	azulejo	7,4	m² ▾
remoção ▾	pintura ▾	tinta	7,4	m² ▾
▾	▾	▾	▾	▾
▾	▾	▾	▾	▾
▾	▾	▾	▾	▾
▾	▾	▾	▾	▾
▾	▾	▾	▾	▾

<b>procedimento adotado</b>	Pesquisa de campo – Anamnese (entrevista com engenheiro e mestre)	(a) remoção (b) remoção (c) remoção (d) remoção (e) remoção
-----------------------------	---	---



Formulário Registro nº 33		
campo	características	preenchimento
<b>atividade envolvida</b>	Pesquisa de campo – análise de projetos (projeto arquitetônico, complementares).	(a) paredes e painéis (b) esquadrias de madeira (c) revestimento interno (d) revestimento interno (e) pintura
<b>item</b>	Pesquisa de campo – análise de projetos (projeto arquitetônico, complementares).	(a) alvenaria (b) porta (c) reboco (d) azulejo (e) tinta
<b>quantidade</b>	Pesquisa de campo – Pesquisa: <ul style="list-style-type: none"> <li>Análise de projetos (projeto arquitetônico, projetos complementares);</li> <li>Pesquisa (TCPO, Planilha de quantitativo).</li> </ul>	(a) 7,40 (b) 1 (c) 7,40 (d) 7,40 (e) 7,40
<b>unidade</b>	Pesquisa de campo – Pesquisa: <ul style="list-style-type: none"> <li>Análise de projetos (projeto arquitetônico, projetos complementares);</li> <li>Anamnese (entrevista com engenheiro e mestre).</li> <li>Pesquisa (TCPO, Planilha de quantitativo).</li> </ul>	(a) m <sup>2</sup> (b) un. (c) m <sup>2</sup> (d) m <sup>2</sup> (e) m <sup>2</sup>
<b>5. Impacto na programação</b>		
<b>5. Impacto na programação:</b> <div> <p><b>paralisação</b></p> <p>período: não há paralisação (0hrs) ▼</p> <p>abrangência: não se aplica ▼</p> </div>		
<b>paralisação - período</b>	Pesquisa de campo – Anamnese (entrevista com engenheiro e mestre).	Não há paralisação

Formulário Registro nº 33			
campo	características	preenchimento	
paralisação - abrangência	Pesquisa de campo – Pesquisa: <ul style="list-style-type: none"> <li>Análise de projetos (projeto arquitetônico);</li> <li>Vistoria (registro de imagem, anotações e observação);</li> <li>Anamnese (entrevista com engenheiro e mestre).</li> </ul>	Não se aplica	
<b>5. Impacto na programação:</b> <div>33</div>			
<b>acompanhamento técnico</b>			
setores internos:	nível de atividade técnica:	nº envolvidos:	tempo estimado:
engenheiros de obras	decisão	2	
gerente de eng. e obras	decisão	1	
setor de projetos	consulta	1	
compra e venda de imóveis	consulta	1	
setores externos:	nível de atividade técnica:	nº envolvidos:	tempo estimado:
<b>mercado imobiliário</b>			
percepção:	positivo		
acompanhamento técnico – interno	Pesquisa de campo – Anamnese (entrevista com engenheiro e colaborador administrativo).	(a') engenheiros de obras (b') gerente de eng. e obras (c') projetos (d') setor de compra e venda de imóveis	

<b>Formulário Registro nº 33</b>		
<b>campo</b>	<b>características</b>	<b>preenchimento</b>
<b>acompanhamento técnico – externo</b>	Pesquisa de campo – Anamnese (entrevista com engenheiro e corpo membro do corpo administrativo).	(a¹) decisão (b¹) decisão (c¹) consulta (d¹) consulta
<b>nível de atividade técnica</b>	Pesquisa de campo – Anamnese (entrevista com engenheiro e membros do corpo administrativo).	(a¹) decisão (b¹) decisão (c¹) consulta (d¹) consulta
<b>corpo técnico</b>	Pesquisa de campo – Anamnese (entrevista com membros do corpo administrativo).	(a¹) 2 (b¹) 1 (c¹) 1 (d¹) 1
<b>percepção do setor imobiliário</b>	Pesquisa de campo – Anamnese (entrevista com agentes imobiliários da região dos empreendimentos).	positivo

Fonte: Autor (2015).

O formulário do registro nº33, Apêndice C – Figura 4, apresenta uma modificação do tipo intencional, como estratégia da empresa. Foram removidas as paredes divisórias entre os ambientes “sala” e “cozinha”, gerando economia e adequação à tendência do mercado imobiliário.

## 7.4 ANÁLISE DE DADOS

A partir dos registros mapeados na pesquisa preliminar e revisados na pesquisa de campo, foram identificados e caracterizados 103 registros de modificações. Estes foram devidamente preenchidos no formulário. Destes registros de modificação, 81 registros são modificações isoladas e 23 registros são modificações replicáveis. As modificações isoladas, não geraram réplicas e mantiveram as 81 modificações contabilizadas. Entretanto, os 23 registros de modificações replicáveis geraram 708 réplicas contabilizadas. O somatório final gerou um total de 789 modificações que foram aplicadas na análise de dados dos três estudos de caso – E.C pesquisados no trabalho.

De acordo com o formulário de vistoria, os dados analisados correspondem aos seguintes campos: identificação; localização;

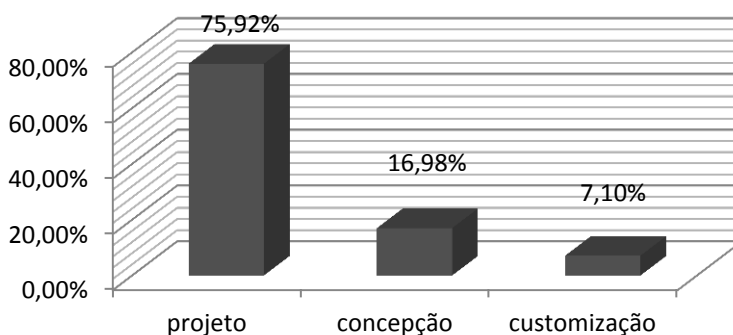
intervenientes e projetos associados à modificação; quantificação dos componentes alterados; e, impacto na programação.

### 7.4.1 Identificação

É um campo composto por células referentes aos seguintes dados: n° de registro da modificação, tipo de modificação, origem, elemento modificado, replicações geradas e descrição. A partir da análise exploratória de dados de “replicações geradas”, foi possível determinar o total de modificações identificadas nos estudos de caso conforme apresenta item 7.4. O dado “tipo de modificação”, Apêndice D, Gráfico 1, determina se a modificação é corretiva ou atende uma nova condição estabelecida (ex.: estratégia de mercado, marketing ou customização). As células “origem” e “elemento modificado” ganharam prioridade no tratamento de dados, por serem aquelas que, melhor definem as características associadas ao surgimento das modificações.

**Análise da “origem”** – tem como propósito identificar a etapa do planejamento no processo construtivo, onde mais surgiram modificações. Está dividida em 3 categorias, são: concepção, projeto e customização. A partir da análise univariada e distribuição das frequências relativas apresentada no gráfico 6, foi constatado que a etapa de projeto, é aquela em que mais surgem as modificações de obra. As modificações originadas no projeto representam mais de 76% e concepção 17%, cuja soma representa mais de 90% dos registros.

Gráfico 6 – Origem das modificações.

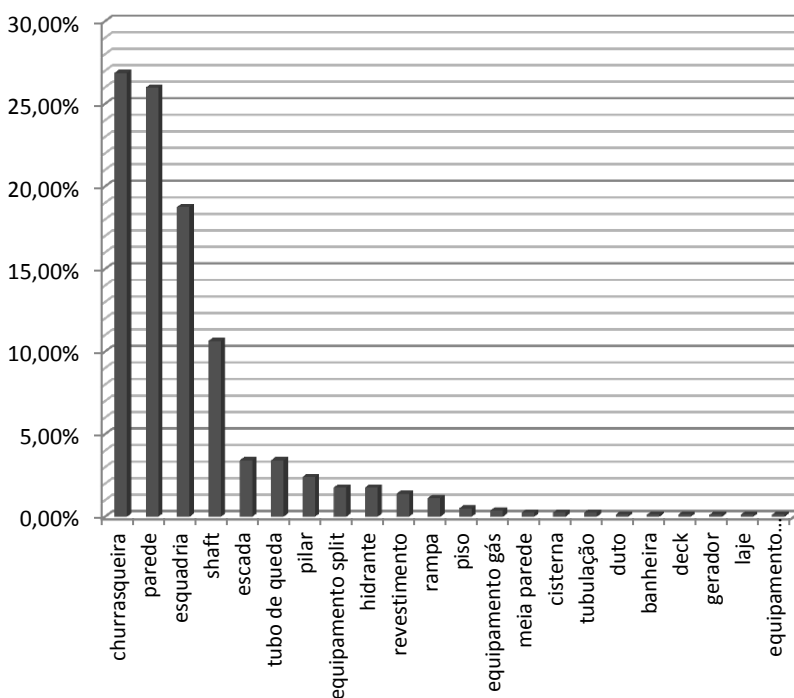


Fonte: Autor (2015).

Apesar de a categoria projeto indicar maior importância numérica em relação à origem das modificações analisadas, não se pode desconsiderar o impacto das modificações originadas na concepção ou customização.

**Análise do “elemento modificado”** – A análise do “elemento modificado” tem como finalidade mostrar a frequência com que os elementos construídos foram modificados. Nos três estudos de caso, foram coletados e classificados em 22 categorias. Destas categorias, as 6 maiores proporções contribuem para mais de 90% das modificações, são: churrasqueira, parede, esquadria, *shaft*, escada, tubo de queda - T.Q, e pilar.

Gráfico 7 – Elementos modificados.



Fonte: Autor (2015).

Constatou-se no gráfico 7, que os “elementos construídos” apresentaram maior frequência relativa de modificações devido ao número de réplicas geradas a partir de um mesmo registro. Isto indica que, algumas decisões intencionais ou não intencionais, podem causar um “efeito dominó” gerando réplicas, modificações que se propagam em toda a obra. Em outras palavras, alguns registros podem determinar a maioria das modificações, causando um impacto, numericamente, significativo na programação de obras.

#### **7.4.2 Localização**

Relativo à posição de cada um dos registros mapeados nos estudos de caso, o campo “localização” contém 6 células, das quais, existem dados essenciais para a análise do impacto; dados relevantes, porém, com resultados previsíveis; e dados de menor importância para a análise estatística tendo foco o impacto.

As células que apresentam informações não relevantes para a análise de dados são: “estudo de caso”, “localização geral” e “unidade privativa”. Para a análise estatística do impacto, de um modo geral, não é essencial identificar qual a obra, sua localização geral ou unidade habitacional que ocorreu a modificação. Estas células são importantes, principalmente, para a localização e referência do registro de modificação.

Os dados “pavimento” e “localização por tipo de uso”, apresentam certa relevância para a análise, Apêndice D – Gráficos 2 e 3. Porém, conforme foi verificado, o resultado da análise destes dados se mostrou previsível e não contribuiu com nenhuma informação nova.

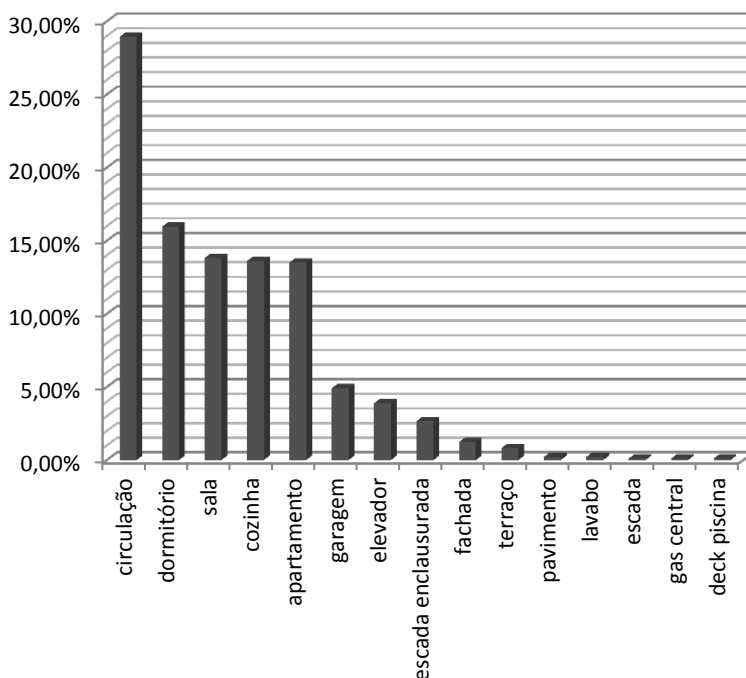
Em relação ao pavimento, a frequência de modificações ocorreu, proporcionalmente, ao número de pavimentos de cada categoria. Naturalmente, o pavimento tipo, é aquele no qual ocorre o maior número de registros.

Considerando que boa parte dos dados pertinentes ao campo “localização” são previsíveis ou tem pouca relevância estatística, a análise de dados ficou concentrada as células vinculadas aos ambientes construídos e elementos construídos.

**Análise de “ambiente alterado”** – tem como foco apresentar os ambientes que mais sofreram alterações a partir das modificações. Conforme o gráfico 8, foram geradas 14 categorias de ambiente alterado. Dentre os elementos alterados, 6 categorias representam 90%

do total de ambientes. São eles: circulação, dormitório, sala, cozinha, apartamento e garagem.

Gráfico 8 – Ambientes alterados.



Fonte: Autor (2015).

A partir do gráfico, percebeu-se que os ambientes alterados podem estar relacionados, principalmente, ao pavimento tipo e área privativa residencial.

### 7.4.3 Quantificação

Inclui dados relativos à quantificação dos serviços e insumos dos componentes alterados na circunstância da modificação. Estes dados são essenciais para a análise estatística, pois, indicam a quantidade de itens empregados, removidos, desperdiçados ou substituídos dos

elementos construídos modificados, dos quais, foi possível extrair informações que podem indicar desperdício de material e mão de obra, além dos custos não previstos na fase de planejamento.

Este campo é formado por células inter-relacionadas, permitindo a ocorrência de diferentes componentes e combinações de atividades para um único elemento modificado. As células referidas são: procedimentos adotados, atividades envolvidas, item, quantidade e unidade.

Como foi dito anteriormente, os dados são interdependentes, e, para que suas informações tenham valor estatístico, necessitam que as informações sejam concatenadas com “procedimentos adotados”. Para isso acontecer é necessário realizar uma análise bivariada.

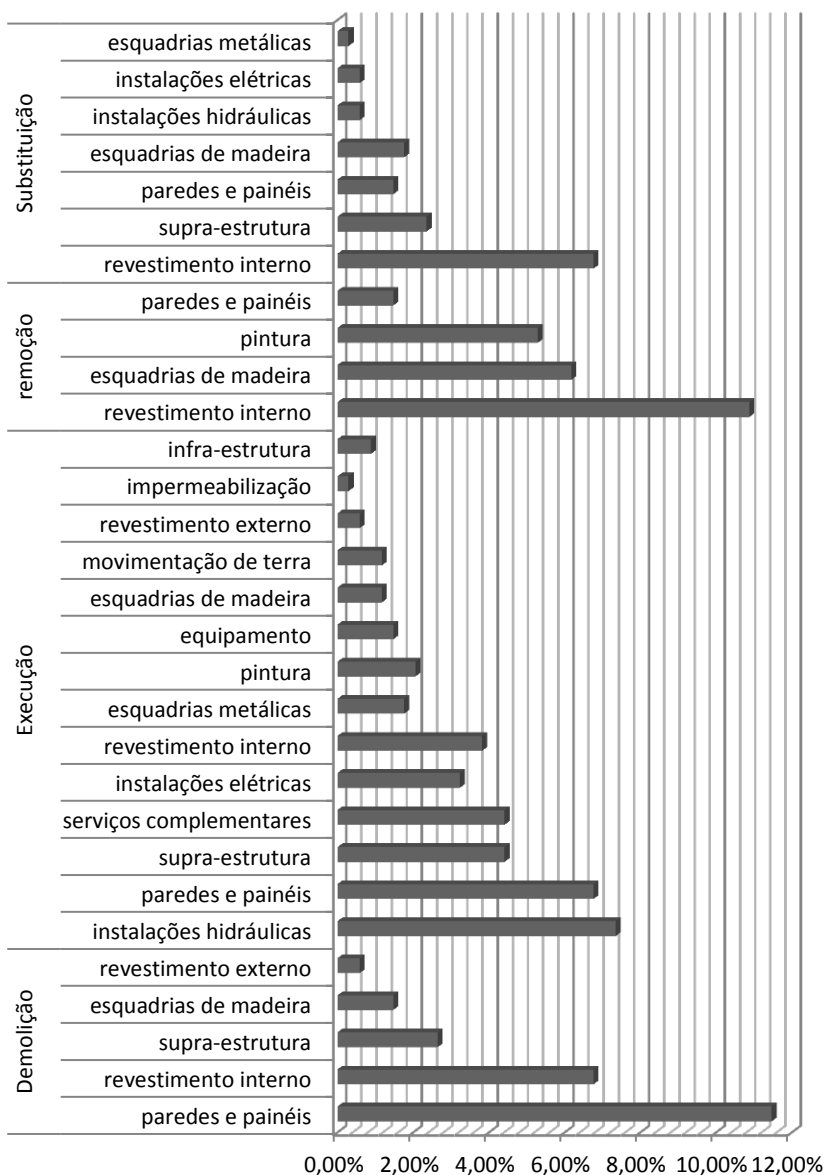
Outro aspecto a ser considerado, é que todos os dados deste campo devem estar relacionados a uma das 4 categorias de “procedimentos adotados”. Pois, justamente o procedimento é que define a quantidade de componentes aplicados na modificação e atividades que foram desperdiçadas, adicionadas ou interrompidas durante a fase de execução, interferindo na programação da obra. Estas categorias são:

- Substituição – referente ao rearranjo dos componentes no elemento construído, troca por produtos similares que mantém a atividade envolvida, entretanto, sem representar acréscimo ou redução de serviços ou insumos, perceptíveis na programação da obra.
- Remoção – refere-se à ordem de interrupção de determinadas atividades operacionais antes de serem executadas.
- Execução – uso de componentes e materiais não previstos no escopo do projeto original, que foram incorporados junto com o procedimento de modificação do elemento.
- Demolição – aponta as atividades operacionais que já foram concluídas para atender ao projeto original e devem ser “desfeitas” para se adequar à modificação proposta.

**Análise de “atividades envolvidas”** – Existem 14 categorias de “atividades envolvidas” concatenadas com a variável “procedimentos adotados”. Foram criadas categorias de atividades envolvidas dentro de cada um dos procedimentos como substituição, remoção, execução e demolição, conforme apresenta o gráfico 9.



Gráfico 9 – Percentual de atividades envolvidas frente ao total de modificações.



Fonte: Autor (2015).

Observando o gráfico anterior, pode-se atribuir grande importância às atividades “parede e painéis”, “revestimento interno” e “esquadrias de madeiras”, devido à frequência que cada uma delas apareceu com as modificações. Analisando mais detalhadamente, observam-se as atividades para cada um dos procedimentos adotados:

**Substituição** – percebe-se a frequência do revestimento interno, supra-estrutura, esquadrias de madeira e painéis e paredes. Indica que estes elementos podem contribuir para o impacto na programação de obras, apesar de não terem representado impacto em relação ao aumento, redução ou desperdício de insumos e serviços.

**Remoção** – atividades “revestimento interno”, “esquadrias de madeira”, “pintura”, “paredes e painéis”, podem contribuir para a redução de custos no empreendimento.

**Execução** – a frequência designada às instalações hidráulicas, parede e painéis, supra-estrutura, serviços complementares e revestimento interno, assinalaram um aumento de serviços, consequentemente, aumento dos custos que não estavam previstos no empreendimento.

**Demolição** – atividades envolvidas na obra como painéis e parede, revestimento interno e supra-estrutura, apresentaram os maiores índices de demolição. Isto significa que foram responsáveis por grande parte do desperdício na programação de obra.

**Análise da quantidade de itens decorrentes dos elementos modificados** – A partir da concatenação entre “procedimentos adotados”, “item”, “quantidade” e “unidade”, gerou-se 50 combinações distribuídas entre os procedimentos de demolição, execução, remoção e substituição (APÊNDICE D, QUADRO 1). Entretanto, faltou um parâmetro comparativo para a análise entre os diferentes tipos de procedimento. Para suprir esta necessidade recorreu-se ao custo ou economia gerados pelas modificações.

**Análise dos custos e economia gerados pelas modificações** – Esta análise foi incorporada à pesquisa mediante a dificuldade de parametrização entre os itens. Para tanto, foi realizada uma estimativa de valores, a partir da análise da tabela SINAPI, mês de agosto de 2015 (CEF, 2015), TCPO 13 (2013), cotação de preços e estimativa de custo global. No quadro 11, são apresentados os dados “procedimentos adotados”, “item”, “quantidade” e “unidade” concatenados com o valor

estimado da quantidade de componentes demolidos, executados ou removidos da obra.

Quadro 11 – Custos gerados e gastos evitados.

procedimento	item	quantidade	un.	valor estimado
Demolição (custo gerado)	escada	141	m <sup>2</sup>	R\$ 37.228,51
	contrapiso	57,8	m <sup>2</sup>	R\$ 3.379,84
	alvenaria	526,4	m <sup>2</sup>	R\$ 5.879,33
	caixaria	97,5	m <sup>2</sup>	R\$ 4.604,61
	laje	87,85	m <sup>2</sup>	R\$ 3.479,28
	reboco	34,5	m <sup>2</sup>	R\$ 741,39
	contramarco	5	un.	R\$ 146,40
	pilar	0,4	m <sup>3</sup>	R\$ 138,11
custo total				R\$ 55.597,48
procedimento	item	quantidade	un.	valor estimado
Execução (custo gerado)	instalação equipamento	11	c.g.	R\$ 3.850,00
	dreno	40,5	m	R\$ 685,11
	eletroduto	20,6	m	R\$ 195,12
	guarda-corpo	15	m	R\$ 5.761,34
	soleira	2	m	R\$ 177,24
	tubulação	6	m	R\$ 101,50
	tubulação gás	90,7	m	R\$ 1.759,58
	alvenaria	8675,44	m <sup>2</sup>	R\$ 590.623,96
	azulejo	22,2	m <sup>2</sup>	R\$ 1.116,12
	contrapiso	1955,4	m <sup>2</sup>	R\$ 73.912,56
	cortina	1,65	m <sup>2</sup>	R\$ 159,06
	escada	142,8	m <sup>2</sup>	R\$ 13.765,92
	laje	68,95	m <sup>2</sup>	R\$ 7.377,93

procedimento	item	quantidade	un.	valor estimado
	piso cerâmico	103,8	m²	R\$ 10.247,49
	Rampa	28,2	m²	R\$ 16.340,06
	reboco	110,2	m²	R\$ 2.368,15
	tinta acrílica	228,8	m²	R\$ 2.187,51
	escavação	304,7	m³	R\$ 2.899,65
	pilar	1,9	m³	R\$ 795,95
	viga	5,78	m³	R\$ 2.579,79
	aquecedor	1	un.	R\$ 2.140,00
	chaminé	210	un.	R\$ 4.200,00
	churrasqueira	2	un.	R\$ 2.886,00
	equipamento solar	1	un.	R\$ 1.869,00
	gerador	1	un.	R\$ 44.991,00
	janela	2	un.	R\$ 2.042,55
	porta	1	un.	R\$ 606,80
custo total				R\$ 795.639,38
procedimento	item	quantidade	un.	valor estimado
Remoção (gastos evitados)	alvenaria	826,9	m²	R\$ 56.295,35
	azulejo	934,96	m²	R\$ 47.005,67
	reboco	946,46	m²	R\$ 20.339,05
	tinta acrílica	922,46	m²	R\$ 8.819,46
	porta	130	un.	R\$ 78.884,00
gasto evitado total				R\$ 211.343,53

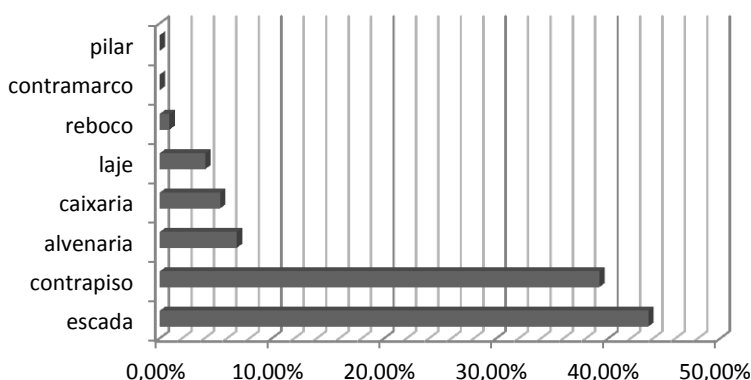
Fonte: Autor (2015).

Percebe-se que a alteração pode contribuir para aumentos de gastos, como é o caso da demolição e execução não planejadas, ou redução de gastos, como é o caso da remoção. A substituição,

teoricamente gera aumento de gastos devido à intervenção gerencial e mudança em cronograma. Entretanto, esta categoria não foi incluída na análise de custos ou benefícios, visto que a substituição não representa necessariamente um aumento ou redução de componentes e serviços na obra. Portanto, no quadro 11, foram elaborados gráficos correspondentes ao valor que cada categoria representou em relação à demolição, execução e remoção.

**Análise de custo de demolição para cada “item”** – Sabe-se que a estimativa de custos para demolição representou um total de R\$ 85.708,97. Através do tratamento da variável “valor estimado” foi encontrado a proporção relativa de cada categoria representando, respectivamente, um item demolido, gráfico 10.

Gráfico 10 – Custos dos itens demolidos.

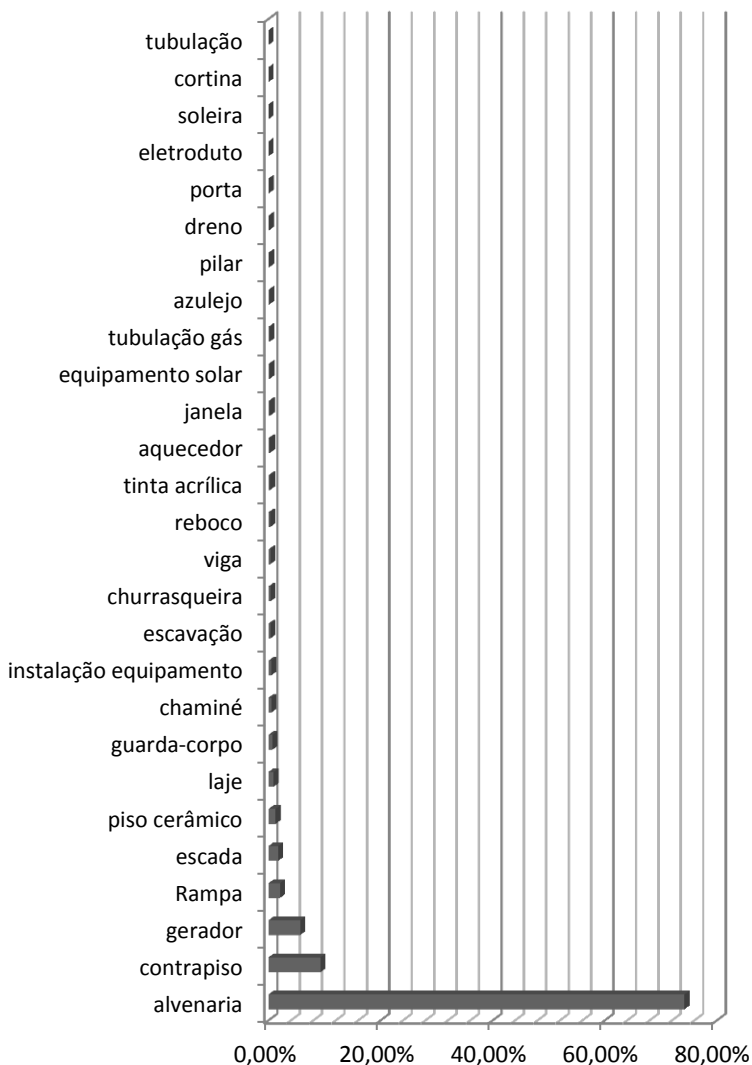


Fonte: Autor (2015).

Dos 8 itens demolidos, a escada, a alvenaria, caixaria e a laje juntos representaram mais de 90% dos custos de toda a demolição devido as alterações.

**Análise de custo de execução para cada “item”** – Os custos de execução não prevista em projetos foram estimados em R\$ 795.639,38. No gráfico 11, dentre os 24 itens categorizados, os itens alvenaria, contrapiso, gerador e rampa, juntos, representaram mais de 90% de toda a execução.

Gráfico 11 – Custos dos itens executados.



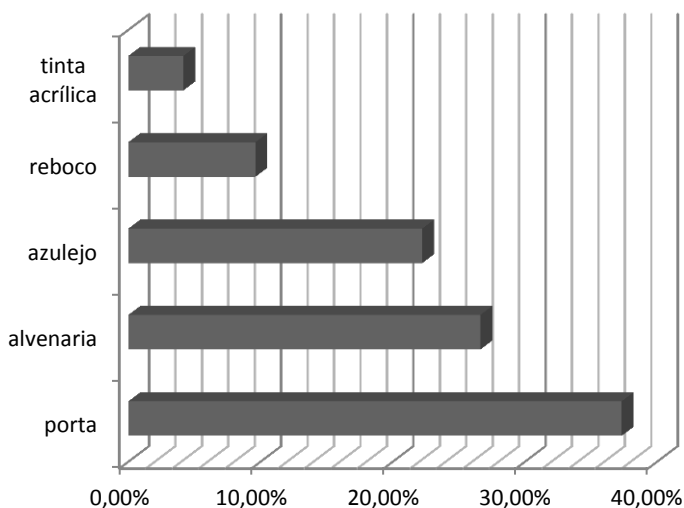
Fonte: Autor (2015).

A alvenaria é o item mais evidente em relação aos gastos gerados, pois representa mais de 70% dos custos totais na execução das

modificações não previstas em projeto. Existe uma discrepância muito grande entre este item e os demais. Para tanto, é necessário fazer uma análise mais detalhada sobre esta categoria.

**Análise da economia pela remoção de cada “item”** – Sabe-se que a remoção dos itens gerou uma economia estimada em R\$ 211.343,53. Apenas 5 componentes removidos foram responsáveis por mais de 90% do custo de execução não prevista, são: porta, alvenaria, azulejo, reboco e tinta acrílica. Apesar de a porta ser o item mais significativo, seguido de alvenaria e azulejo, todas as categorias são importantes para a economia das obras.

Gráfico 12 – Economia dos itens removidos.



Fonte: Autor (2015).

O gráfico 12 apresenta a porta, alvenaria e azulejo, como aqueles itens que mais reduziram custos em consequência das modificações. Deste modo, é recomendável realizar uma averiguação de cada um destes itens indicados no gráfico, com o propósito de lançar uma estratégia para redução de custos em novos empreendimentos.

#### 7.4.4 Intervenientes e projetos associados à modificação

Este campo identifica as características dos projetos associados à modificação e respectivos intervenientes. A finalidade deste campo é analisar quais projetos foram relevantes durante a modificação da programação da obra, avaliando em que condições ele foi apresentado. Deste modo, busca-se entender como determinadas situações de projeto, como seu prazo de entrega, qualidade gráfica, detalhamento adequado ou inexistente, entre outros aspectos, representam maior ou menor impacto na programação da obra.

Os dados pertinentes a este campo são: interveniente, projeto e *status* do projeto. Foi analisada, primeiramente, a proporção que cada interveniente influenciou o “projeto” e respectivo “*status* do projeto” relacionado com a modificação (APÊNDICE D, GRÁFICO 4).

A partir deste gráfico, foram observadas as seguintes características em relação aos intervenientes e projetos:

- Para o dado “interveniente”, dentre as 4 categorias responsáveis pelas condições dadas aos projetos associado à modificação, os projetistas foram responsáveis ou colaboraram para a ocorrência de quase 77% das modificações.
- A empresa contribuiu para 14% das modificações.
- Os clientes representaram apenas 6% das modificações. Apesar do número considerável de alterações no projeto, as customizações tem uma extensão bastante restrita, se resumindo unidades habitacionais ou comerciais. Além disto, as customizações não geram réplicas.
- Os fornecedores representaram apenas 3% das modificações.

**Análise de “projeto” e respectivo “*status* de projeto”** – A partir da concatenação entre “projeto” e “*status* do projeto”, foi elaborado um gráfico bivariado, que tem como propósito apresentar a situação que se encontra cada projeto associado à modificação. Conforme mostra o gráfico 13, foram encontradas ao menos 39 categorias, configuradas pela combinação entre projeto e respectivo *status*.



Gráfico 13 – *Status* dos projetos relacionados à modificação.

Fonte: Autor (2015).

É importante salientar que este gráfico representa a frequência relativa (porcentagem), entre cada projeto em determinada situação em relação ao total de modificações. Como uma modificação pode ser associada a múltiplos projetos, evidentemente, não é possível fazer um somatório das categorias, totalizando 100%.

Em alguns tipos de modificações, não é possível identificar alguma irregularidade no projeto. Para este tipo de situação, foi incluída uma categoria descrevendo o tipo de projeto como adequado. Portanto, nestas categorias onde está escrito, “projeto arquitetônico adequado”, “projeto estrutural adequado”, entre outras categorias de projetos adequados, pode-se afirmar que não foi constatado nenhum erro de significativo no projeto. Deste modo não é possível afirmar que o projeto foi relevante para determinada modificação identificada.

Observando os resultados, notou-se que o projeto arquitetônico é o projeto predominante associado às modificações. Ele aparece nas 6 categorias combinadas com seu *status* e representa a maior porcentagem associações com as modificações. Em ordem decrescente os projetos arquitetônicos estão: fora de padrão, incompatível, inconstitutivo, adequado (dentro das condições executivas adequadas conforme item 3.3), com informação inexistente e não funcional.

Portanto, o projeto arquitetônico apresentou-se adequado em apenas 13% das modificações, enquanto que, em mais de 60% apresentou algum tipo de problema. Com menos relevância estão projetos estrutural – 9%, elétrico – 8%, detalhamento – 5% (duas vezes em situações diferentes), preventivo – 4%, gases – 3% e os demais projetos abaixo de 3% do total de modificações.

Quanto à situação mais relevante em que se encontram os projetos na ordem decrescente são apresentadas: incompatibilidade, falta de padronização de informações, projeto com características inexequíveis, informações inexistentes e informações fora de prazo por atraso de entrega de projeto ou detalhamento.

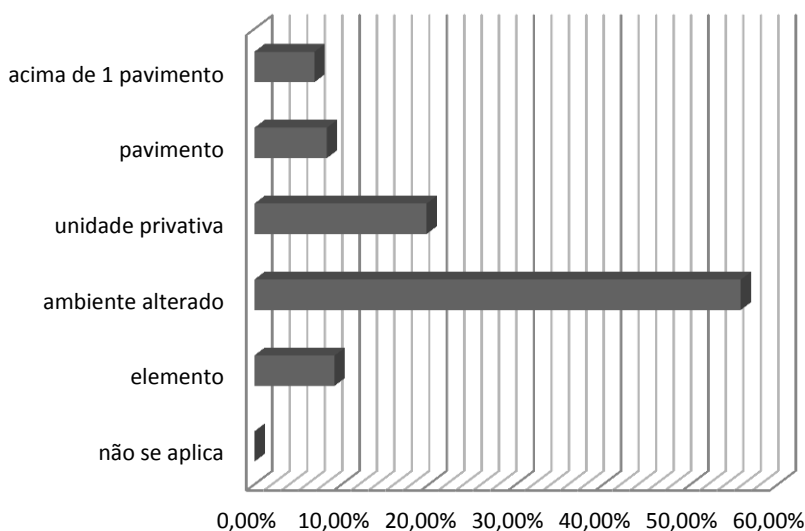
#### **7.4.5 Impacto na programação – Paralisação**

Sabe-se que a paralisação corresponde ao impacto que as modificações infringem sobre o cronograma de obra. A paralisação foi representada por duas variáveis: a primeira, denominada “período”, remete-se ao tempo em que determinado serviço ou frente de trabalho é interrompido; a segunda variável, chamada de “abrangência”, trata da

extensão ou área da obra que ficou parada, até que haja uma redefinição de como e o do que deve ser feito.

**Análise de paralisação** – Com base na concatenação das variáveis “período” e “abrangência”, elaborou-se um gráfico que representa a proporção de horas paradas em relação à área paralisada. O gráfico 14 exibe 6 categorias de abrangência: não se aplica (não gera horas paralisadas), elemento, ambiente alterado, unidade privativa, pavimento e acima de 1 pavimento.

Gráfico 14 – Período e abrangência da paralisação.



Fonte: Autor (2015).

Por meio da leitura do gráfico, constatou-se que a paralisação, usualmente, atinge não apenas o elemento modificado, mas também o ambiente alterado. Em alguns casos, as paralisações de atividades de execução ocorrem em unidades privativas. Para estes casos, de modo geral, a paralisação é decorrente da modificação originada pela customização. Porém, quando a área paralisada ocorre na extensão do pavimento ou envolve mais de um pavimento, a modificação é decorrente de alguma iniciativa da empresa, devido a problemas e redefinições de projeto ou concepção.

#### **7.4.6 Impacto na programação – Acompanhamento técnico**

O acompanhamento técnico e também administrativo é atribuído aos setores internos da empresa e agentes externos, como parceiros, fornecedores e clientes envolvidos na mobilização. O tempo deste corpo técnico é solicitado para ajustes na obra, isto envolve custos devido as horas extraordinárias trabalhadas e interrompe atividades ordinárias para contribuir nas tomadas de decisões em relação aos elementos construídos modificados. Isto representa aumento de interrupção de atividades programadas dos membros dos setores internos, para atender às implicações administrativas, financeiras e gerenciais causadas pela modificação. A mobilização da equipe técnica externa à construtora pode acarretar em custos de honorários, envolvimento com cliente e fornecedor, sem o devido planejamento.

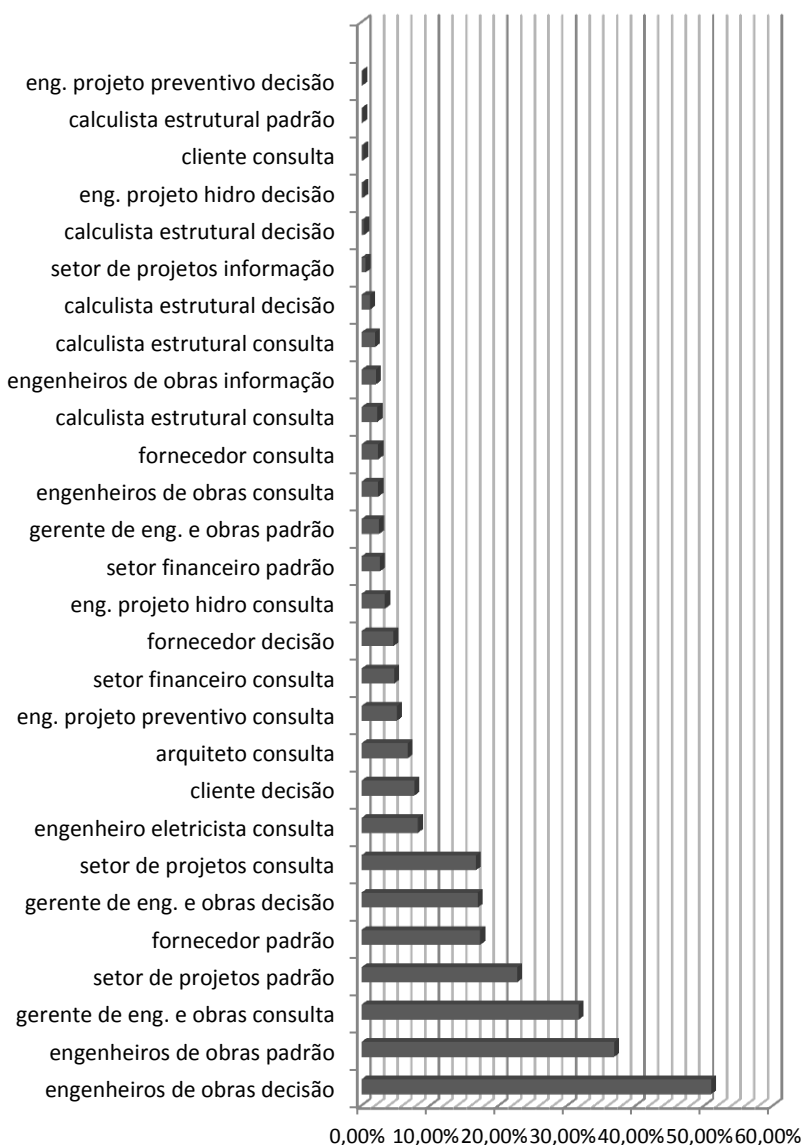
Em decorrência a este desassossego, avaliou-se o “impacto na programação – acompanhamento técnico”. Este campo envolve os seguintes dados: setores internos ou setores externos, escala de envolvimento, e, número de envolvidos.

Entre setores internos ou agentes externos que participam das modificações, destacam-se os engenheiros de obras – 86%, no acompanhamento técnico da edificação (APÊNDICE D, GRÁFICO 5). Em ordem decrescente de participação, estão gerente de engenharia e obras – 46%, setor de projetos – 40% e fornecedor – 22%. Abaixo dos 10% de participação ainda na ordem decrescente se encontram engenheiro eletricista, cliente, setor financeiro, arquiteto, engenheiro de projeto preventivo e hidrosanitário, calculista estrutural e arquiteto de interior, este último representa uma participação inferior a 2 % nas modificações.

A participação de destaque dos engenheiros de obra é prevista. O resultado deste gráfico acabou ficando generalizado, visto que, não identifica o índice de horas que cada agente participou para realizar a modificação.

**Análise do nível de atividade técnica para os setores internos e agentes externos participantes das modificações** – Com base na concatenação de “setores internos” e “abrangência” em relação ao “nível de atividade técnica” obteve-se resultados em 28 categorias de participantes, com diferentes níveis de responsabilidade e envolvimento, gráfico 15.

Gráfico 15 – Participação técnica e administrativa.



Fonte: Autor (2015).

Foi verificado o seguinte:

- Engenheiros de obra, por via de regra, tiveram participação predominante nas modificações da obra, presentes em 93% das modificações. Dentre suas atribuições prevaleceu a seguinte ordem: atividade padrão; decisão, quando na maioria das vezes ocorre a modificação em áreas não privativas da edificação; e, consulta, quando a decisão foge do escopo operacional e envolve nível administrativo (gerente de engenharia e obras) ou técnico especializado (alteração estrutural e complementar).
- Gerente de engenharia e obras participou em 55% das modificações. Verificou-se que, em grande parte das modificações atribuídas aos engenheiros de obras, o gerente tem participação consultiva. Não menos importante é a participação decisória, e está relacionada, principalmente, com modificações de caráter estratégico da empresa.
- Setor de projetos teve participação em 41% das modificações. Apesar de não ter participado nas decisões, seu papel foi relevante na intermediação entre os agentes, durante sua atividade padrão, e também, como consultor em relação aos clientes e outros agentes externos à construtora.
- Fornecedor teve uma participação de 25% nas modificações. Deve ser considerado que, em parte desta participação, o fornecedor teve papel de consulta e inclusive decisão, isto indica que, parte das modificações são frutos de adequação do projeto ao produto disponível no mercado.
- Engenheiro eletricista representou 8% das modificações, com papel decisivo ou consultivo. Não teve uma participação frequente na obra, entretanto as modificações a ele atribuídas apresentavam muitas réplicas.
- Cliente, com 8% da participação da obra, representa tomada de decisões em relação às customizações. Porém, sua decisão é isolada e não gera réplicas.
- Setor financeiro tem uma participação de 7% das modificações, usualmente associadas às customizações.
- Arquiteto, apesar da importância que os projetos arquitetônicos representam para as modificações de obras,

ele se envolve muito pouco com a tomada de decisões nas modificações, menos que 7%.

- Engenheiros projeto preventivo, projeto hidráulico e calculista estrutural, têm uma participação baixa, pouco mais que 10% das modificações. Entretanto, na grande parte em que participam tem papel decisivo.
- Projeto de interiores, associados às customizações propostas pelos clientes, representam menos que 3% de participação na obra.

#### **7.4.7 Avaliação do impacto para as características com maior incidência na modificação**

Verificando os gráficos analisados neste capítulo, foram selecionadas aquelas categorias que compuseram pelo menos 90% de incidência para as células que possuem as seguintes características da modificação: tipo, origem, elemento modificado e ambiente alterado. Para cada uma destas células, foi avaliado individualmente o impacto do custo de demolição, custo de execução, e economia gerada pelos itens removidos do projeto. Da mesma forma, foi avaliado, o impacto em relação à paralisação em obra, e também, a mobilização do corpo técnico e administrativo da empresa, juntos com os demais agentes externos vinculados à modificação.

Estas avaliações foram representadas, respectivamente, em três quadros, sendo o primeiro correspondente aos custos, o segundo a paralisação e o terceiro à mobilização. Nestes quadros, se destacam as categorias com maiores índices de ocorrências para cada uma das características (células) nas modificações.

**Análise comparativa entre características e custos das atividades envolvidas em obra** – O quadro 12 apresenta os custos e a economia gerada pela modificação para as seguintes variáveis: tipo de modificação, são apresentadas 2 categorias existentes; origem, são apresentadas 3 categorias existentes; elemento, apresentam 6 categorias cuja soma representa 90% das incidências entre as 22 categorias de elementos coletadas; ambiente, 6 entre 14 categorias de ambientes representam 90% dos índices coletados.

Quadro 12 – Características das modificações em relação aos custos e economia.

	tipo	origem	elemento	ambiente	balanço	Porcentagem em
demolição	Intencional (1)				-R\$ 64.628,41	-67,50%
execução	intencional				-R\$ 69.430,49	-11,02%
remoção	Intencional (3)				R\$ 194.954,37	100,00%
demolição	não intencional				-R\$ 31.119,56	-32,50%
execução	não intencional (2)				-R\$ 560.537,74	-88,98%
demolição		projeto			-R\$ 31.713,37	-33,12%
execução		Projeto (2)			-R\$ 508.388,66	-80,70%
remoção		projeto			R\$ 2.642,35	1,36%
demolição		Concepção (1)			-R\$ 54.998,28	-57,44%
execução		concepção			-R\$ 94.410,02	-14,99%
remoção		Concepção (3)			R\$ 159.705,11	81,92%
demolição		customização			-R\$ 9.036,33	-9,44%
execução		customização			-R\$ 27.169,55	-4,31%
remoção		customização			R\$ 32.606,91	16,73%
demolição			churrasqueira		-R\$ 2.433,63	-2,54%
execução			churrasqueira		-R\$ 7.824,92	-1,24%
remoção			churrasqueira		R\$ 0,00	0,00%
demolição			Parede		-R\$ 8.469,18	-8,85%
execução			Parede (2)		-R\$ 405.245,56	-64,33%
remoção			Parede (3)		R\$ 194.954,37	100,00%
demolição			esquadria		-R\$ 163,30	-0,17%
execução			esquadria		-R\$ 606,80	-0,10%
demolição			shaft		-R\$ 665,36	-0,69%



	tipo	origem	elemento	ambiente	balanço	Porcentagem em
execução			shaft		-R\$ 3.972,60	-0,63%
demolição			Escada (1)		-R\$ 46.215,85	-48,27%
execução			Escada		-R\$ 30.650,81	-4,87%
demolição			tubo de queda		-R\$ 160,40	-0,17%
execução			tubo de queda		-R\$ 433,37	-0,07%
demolição				circulação	-R\$ 3.029,78	-3,16%
execução				circulação	-R\$ 15.513,89	-2,46%
demolição				dormitório	-R\$ 5.741,75	-6,00%
execução				dormitório	-R\$ 4.227,96	-0,67%
remoção				dormitório	R\$ 3.640,80	1,87%
demolição				Sala (1)	-R\$ 12.347,42	-12,90%
execução				sala	-R\$ 12.826,79	-2,04%
remoção				Sala (3)	R\$ 179.213,60	91,93%
demolição				cozinha	-R\$ 4.726,50	-4,94%
execução				cozinha	-R\$ 8.280,77	-1,31%
remoção				Cozinha (3)	R\$ 180.026,86	92,34%
demolição				apartamento	-R\$ 665,28	-0,69%
remoção				apartamento	R\$ 4.155,59	2,13%
demolição				garagem	-R\$ 9.507,73*	-9,93%
execução				Garagem (2)	-R\$ 126.315,42*	-20,05%

Fonte: Autor (2015).

Foram enumeradas em cada uma das variáveis (células), as categorias mais relevantes, conforme a proporção que cada uma destas categorias correspondem ao impacto relacionado ao custo de demolição, execução ou economia gerada na remoção. As categorias mais relevantes foram enumeradas da seguinte maneira:

- Demolição (1) – se destacaram o tipo “intencional”, origem no “projeto”, elemento foi “escada” e ambiente “sala”.

- Execução (2) – as mais significativas foram “não intencional”, “projeto”, “parede” e “garagem”.
- Remoção (3) – as mais relevantes foram “intencional”, “concepção”, “parede”, e para ambientes foram “sala” e “cozinha”.

**Análise comparativa entre características e paralisação** – avalia o impacto da paralisação das atividades nas obras, a partir das categorias com maior índice para cada uma das modificações, quadro 13.

Quadro 13 – Características das modificações em relação à paralisação.

tipo	origem	elemento	ambiente	Paralisação (h)	porcentagem
Intencional (4)				5298	75,56%
não intencional				1714	24,44%
	projeto			1658	23,65%
	concepção			1166	16,63%
	Customização (4)			4188	59,73%
		churrasqueira		0	0,00%
		Parede (4)		2758	39,33%
		esquadria		154	2,20%
		shaft		484	6,90%
		escada		1210	17,26%
		tubo de queda		100	1,43%
			circulação	308	4,39%
			Dormitório (4)	1530	21,82%
			sala	496	7,07%
			Cozinha (4)	1788	25,50%
			apartamento	330	4,71%
			garagem	666	9,50%

Fonte: Autor (2015).

As categorias de paralisação que representaram maior impacto em relação à paralisação foram selecionadas e registradas no quadro

acima, e, aparecem com a numeração (4) em anexo, são: “intencional”, “customização”, “parede”, e, para ambientes, selecionou-se o “dormitório” e a “cozinha”.

**Análise comparativa entre características e mobilização do corpo técnico ou agentes externos** – O quadro 14, as categorias de características que correspondem a maior exigência de participação técnica e administrativa para cada uma das modificações registradas. As características selecionadas são as mesmas aplicadas ao quadro anterior.

Quadro 14 – Características das modificações em relação mobilização.

tipo	origem	elemento	ambiente	participação	porcentagem
Intencional (5)				296	74,19%
não intencional				103	25,81%
	projeto			89	22,31%
	concepção			83	20,80%
	Customização (5)			227	56,89%
		churrasqueira		11	2,76%
		Parede(5)		143	35,84%
		esquadria		13	3,26%
		shaft		6	1,50%
		escada		16	4,01%
		tubo de queda		5	1,25%
			circulação	26	6,52%
			dormitório	82	20,55%
			Sala (5)	121	30,33%
			Cozinha (5)	131	32,83%
			apartamento	78	19,55%
			garagem	49	12,28%

Fonte: Autor (2015).

As principais categorias de mobilização do corpo técnico administrativo e agentes externos foram selecionadas e numeradas como (5), no quadro acima. Estas são: intencional, customização, parede, sala e cozinha para ambientes.

## 7.5 CONDUTA BASEADA EM PRECEDENTES

O princípio da conduta baseada em precedentes, aplicado a este trabalho, tem o propósito de prevenir que modificações não previstas em obras não se repitam em futuros empreendimentos similares aos estudos de caso. Vinculada ao roteiro, a conduta baseada em precedentes não se limitou apenas à análise cognitiva, mas se embasou em dados extraídos a partir de um procedimento sistematizado e analisado no item 7.4. Apoiado no diagnóstico obtido pela análise de dados, etapa em que foram identificadas as características mais significativas para os impactos da modificação na programação de obras, seguiu-se para a etapa de prognóstico. O prognóstico consiste em propor soluções a partir dos sintomas identificados.

Os procedimentos de análise da conduta baseada foram aplicados em cada um dos impactos analisados nos quadros 12,13 e 14: custo do desperdício gerado pela demolição; custo da execução não prevista no planejamento; economia gerada pelas modificações; paralisação de trabalho em locais da obra; e, mobilização do corpo técnico, administrativo e demais agentes externos vinculados ao empreendimento.

### 7.5.1 Proposta para redução de desperdício gerado pela demolição

**Seleção dos dados significativos** - Para prognosticar o desperdício gerado pela demolição, selecionaram-se as características mais relevantes, de cada uma das variáveis que mais causaram este tipo de impacto, quadro 15.

Quadro 15 – Características mais significativas x demolição.

	tipo	origem	elemento	ambiente	balanço	Porcent.
demolição	Intencional (1)				-R\$ 64.628,41	67,50%
demolição		Concepção (1)			-R\$ 54.998,28	57,44%
demolição			Escada (1)		-R\$ 46.215,85	48,27%
demolição				Sala (1)	-R\$ 12.347,42	12,90%

Fonte: Autor (2015).

**Interpolação sequencial entre os dados selecionados** – Utilizando uma planilha vinculada ao banco de dados aplicou-se o

processo de interpolação de dados, Apêndice E – Figura 1. O quadro 16 apresenta a interpolação das categorias passo a passo. Ex.: 1º intencional, 2º intencional + concepção, 3º intencional + concepção + escada,  $(1^\circ + 2^\circ + 3^\circ + \dots + n)$ .

Quadro 16 – Interpolação das características x demolição.

	tipo	origem	elemento	ambiente	balanço	Porcentagem
1º	intencional	0	0	0	-64.628,41	67,50%
2º	intencional	concepção	0	0	-54.998,28	57,44%
3º	intencional	concepção	escada	0	-46.215,85	48,27%
4º	intencional	concepção	escada	sala	0,00	0,00%
5º	intencional	concepção	escada	escada enclausurada	-46.215,85	48,27%

Fonte: Autor (2015).

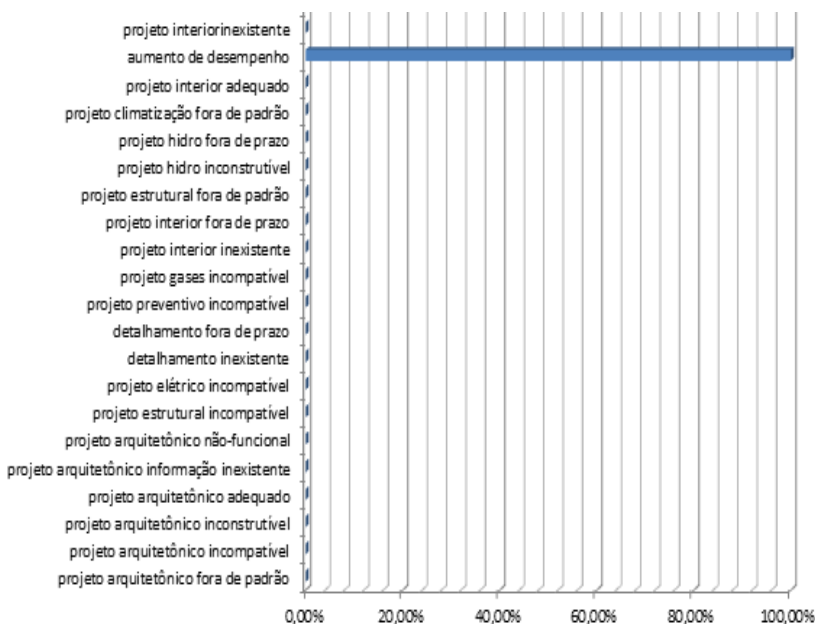
O primeiro passo deste processo é encontrar a categoria com a maior porcentagem de impacto na demolição, inserindo a categoria “intencional” da célula tipo, que representou 67,50% do total de custos de demolição. Já no segundo passo, adicionou-se a segunda categoria que representou a maior porcentagem, “intencional” – origem. A interpolação entre as duas categorias resultou em 57,44% dos custos. Seguindo o procedimento do segundo passo, no terceiro passo, acrescenta-se a categoria “escada” – elemento com 48,27%. O resultado da interpolação das 3 categorias gerou 48,27%. Entretanto, no 4º passo, ao acrescentar a “sala” – ambiente, resultou 0,00%. Isto significa que a “sala” não é o ambiente que mais representa custo de demolição.

A partir deste ponto, buscou-se a maior causa de desperdício e custos de demolição entre as categorias de ambientes alterados. Foram investigados diferentes ambientes até chegar aquele com a porcentagem mais significativa: “escada enclausurada” com 48,27% do total de demolição. Portanto, concluiu-se que a combinação de características que mais causaram demolição foi modificação do elemento escada, mais precisamente, a escada enclausurada. Este é um tipo de modificação intencional que tem o propósito estratégico para adequação de uma decisão originada na concepção do projeto e representou 48,27% das modificações.

**Projeto e suas características em relação ao impacto de demolição** – Para relacionar o projeto e as combinações obtidas na interpolação, foi confeccionada uma planilha estruturada na

concatenação destes dados, Apêndice E – Figura 2. Adotando a combinação obtida no 5º passo, encontramos o projeto e seu *status* relacionado às modificações registradas, gráfico 16.

Gráfico 16 – Projetos relacionados ao principal impacto de demolição.



Fonte: Autor (2015).

Observando o gráfico, encontrou-se a seguinte característica de projeto: projeto preventivo – aumento de desempenho. Conhecendo os estudos de caso, este dado significa que o maior impacto que de custo por demolição foi decorrente da modificação do projeto preventivo, este substituiu o local de resgate aéreo para o sistema de escada pressurizada.

**Proposta de prevenção** – A empresa optou por adotar o sistema de escada pressurizada no projeto preventivo da obra 02. Mesmo havendo custos de demolição, entre outros impactos secundários causados pela alteração do escopo do projeto original, a modificação trouxe benefícios para a edificação. Considerando este aspecto, sugere-se deixar registrado, em um manual de planejamento que a concepção

do projeto deve verificar a aplicabilidade de escada pressurizada para edificações que necessitem a instalação de local para resgate aéreo, de acordo com o requisito da NSCI – 94 do CMBSC.

### 7.5.2 Proposta para redução de custos causados por execução não prevista no planejamento

**Seleção dos dados significativos** – Para prognosticar o custo gerado pela execução não prevista, selecionaram-se as características mais relevantes de cada uma das variáveis que mais causaram este tipo de impacto, quadro 17.

Quadro 17 – Características mais significativas x execução.

	tipo	origem	elemento	ambiente	balanço	Porcentagem
execução	não intencional (2)				-R\$ 560.537,74	88,98%
execução		Projeto (2)			-R\$ 508.388,66	80,70%
execução			Parede (2)		-R\$ 405.245,56	64,33%
execução				Garagem (2)	-R\$ 126.315,42*	20,05%

Fonte: Autor (2015).

### Interpolação sequencial entre os dados selecionados –

Utilizando uma planilha vinculada ao banco de dados, aplicou-se o processo de interpolação de dados, Apêndice E – Figura 3. O quadro 18 apresenta o mesmo procedimento aplicado ao custo do desperdício gerado pela demolição, item 7.5.1.

Quadro 18 – Interpolação das características x execução.

	tipo	origem	elemento	ambiente	balanço	porcentagem
1°	não intencional	0	0	0	-560.537,74	88,98%
2°	não intencional	projeto	0	0	-503.581,86	79,94%
3°	não intencional	projeto	parede	0	-396.882,52	63,00%
4°	não intencional	projeto	parede	garagem	0,00	0,00%
5°	não intencional	projeto	parede	apartamento	-396.882,52	63,00%

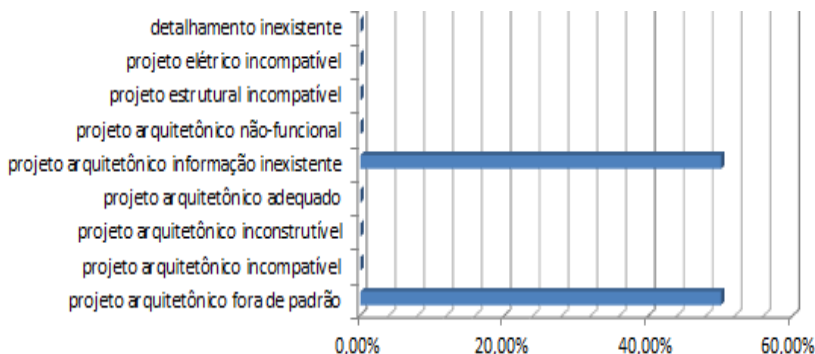
Fonte: Autor (2015).

Os passos seguem a seguinte sequência: primeiro, “não intencional” – 88,98%; segundo, “projeto” – 79,94%; terceiro, “parede” – 63,00%, quarto, “garagem” – 0,00%. Portanto, “garagem” não é o ambiente mais significativo em relação ao custo de execução.

Para alcançar o valor mais significativo, rastreou-se a categoria de ambiente que provocou o maior custo não previsto na execução em combinação com as demais variáveis (características): “apartamento” – 63% do total das modificações. Verificou-se que o “projeto” foi responsável pela origem desta modificação “não intencional” nas “paredes” dos “apartamentos”.

**Projeto e suas características em relação ao impacto de execução** – Para relacionar o projeto e as combinações obtidas na interpolação, foi confeccionada uma planilha direcionada à concatenação destes dados, Apêndice E – Figura 4. Adotando a combinação obtida no 5º passo, encontramos o projeto e seu respectivo *status*, relacionado às modificações registradas, gráfico 17.

Gráfico 17 – Projetos relacionados ao principal impacto de execução.



Fonte: Autor (2015).

Notou-se que o projeto arquitetônico desconsiderou um procedimento padrão adotado pela construtora: parede com alvenaria dupla entre as divisórias do apartamento. Este procedimento é encontrado no manual de procedimentos de execução da construtora.

**Proposta de prevenção** – Os procedimentos do manual de execução que correspondam ao escopo do projeto, neste caso o



arquitetônico, devem ser selecionados e inseridos no programa de necessidades para que o arquiteto possa fazer ter esta informação disponível em um *check-list* incluindo vários padrões de execução que devem constar no projeto. Este *check-list* deve ser repassado ao projetista, conforme sua atribuição, e posteriormente, deve ser conferido por um coordenador ou revisor de projetos vinculado a própria construtora.

### 7.5.3 Proposta para potencializar a economia gerada pela remoção de componentes

**Seleção dos dados significativos** – Para prognosticar a contribuição causada pela remoção de componentes, selecionaram-se as características mais relevantes de cada uma das variáveis que mais causaram este tipo de impacto, quadro 19.

Quadro 19 – Características mais significativas x remoção.

	tipo	origem	elemento	ambiente	balanço	Porcentagem
remoção	Intencional (3)				R\$ 194.954,37	100,00%
remoção		Concepção (3)			R\$ 159.705,11	81,92%
remoção			Parede (3)		R\$ 194.954,37	100,00%
remoção				Sala (3)	R\$ 179.213,60	91,93%
remoção				Cozinha (3)	R\$ 180.026,86	92,34%

Fonte: Autor (2015).

**Interpolação sequencial entre os dados selecionados** – Utilizando a planilha vinculada ao banco de dados, aplicou-se o processo de interpolação de dados, Apêndice E – Figura 5. O quadro 20 representa o mesmo procedimento utilizado na análise de custo do desperdício gerado pela execução e demolição, entretanto, aplicado a economia gerada pela remoção de componentes.

Quadro 20 – Interpolação das características x remoção.

	tipo	origem	elemento	ambiente	balanço	Porcentage m
1°	intencional	0	0	0	R\$ 194.954,37	100,00%
2°	intencional	concepção	0	0	R\$ 159.705,11	81,92%
3°	intencional	concepção	parede	0	R\$ 159.705,11	81,92%
4°	intencional	concepção	parede	sala	R\$ 159.705,11	81,92%
5°	intencional	concepção	parede	cozinha	R\$ 159.705,11	81,92%

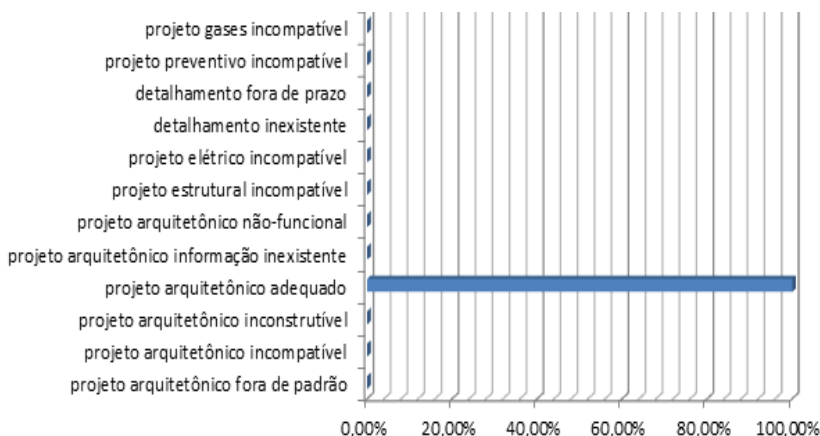
Fonte: Autor (2015).

O procedimento de interpolação segue a seguinte sequência: primeiro passo, “intencional” – 100,00%; segundo passo, “concepção” – 81,92%; terceiro passo, “parede” – 81,9200%, quarto passo, “sala” – 81,92%; e, quinto passo, “cozinha” – 81,92%.

Constatou-se o seguinte: a remoção da parede entre a “sala” e a “cozinha” de forma “intencional” foi uma estratégia adotada pela empresa com o propósito de acompanhar a tendência de mercado, que está integrando os ambientes “sala” e “cozinha” em apartamentos. O resultado desta ação gerou economia equivalente a 81, 92%, quando comparado com as economias geradas pelos demais componentes removidos nas modificações.

**Projeto e suas características em relação à economia gerada com a remoção** – Para relacionar o projeto e as combinações obtidas na interpolação, aplicou-se uma planilha para a concatenação dos dados referentes à economia gerada, Apêndice E – Figura 6. Adotando a combinação obtida no 4° ou 5° passo, encontramos o projeto e seu *status* relacionado às modificações registradas, gráfico 18.

Gráfico 18 – Projetos relacionados ao principal impacto de execução.



Fonte: Autor (2015).

Foi verificado que a remoção da divisória entre a cozinha e a sala de 3 de 7 apartamentos por pavimento em uma das obras, representou mais de 80,00% dos custos reduzidos por modificação. Além do mais, esta modificação atendeu uma tendência de mercado.

**Proposta de prevenção** – Incorporação ao programa de necessidade, a análise de tendências de mercado, em relação à integração de áreas de acordo com a região do imóvel, padrão de acabamento e perfil de usuário.

#### 7.5.4 Proposta para redução de paralisação de trabalho na obra

**Seleção dos dados significativos** – Para prognosticar a paralisação de trabalho na obra a selecionaram-se as características mais relevantes de cada uma das variáveis apresentadas no quadro 21.

Quadro 21 – Características mais significativas x paralisação.

tipo	origem	elemento	ambiente	Paralisação (h)	porcentagem
Intencional (4)				5298	75,56%
	Customização (4)			4188	59,73%
		Parede (4)		2758	39,33%
			Dormitório (4)	1530	21,82%
			Cozinha (4)	1788	25,50%

Fonte: Autor (2015).

### **Interpolação sequencial entre os dados selecionados –**

Utilizou-se a planilha vinculada ao banco de dados aplicou-se o processo de interpolação de dados, Apêndice E – Figura 7. O quadro 22 apresenta o mesmo procedimento aplicado no item 7.5.1, entretanto, aplicável para a paralisação na obra.

Quadro 22 – Interpolação das características x paralisação.

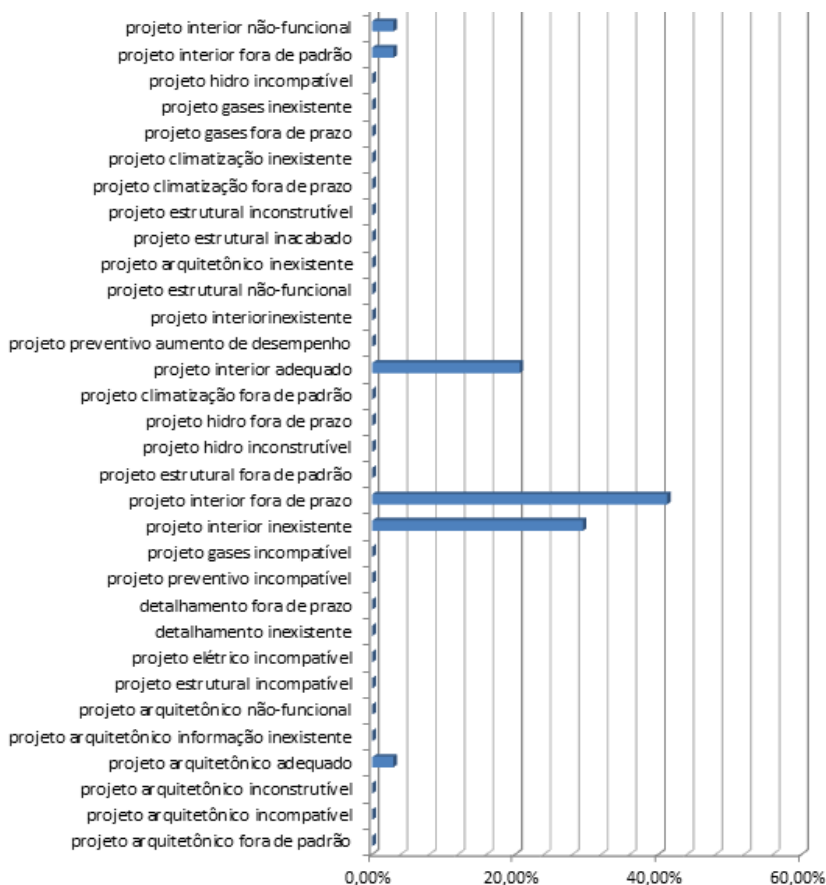
	tipo	origem	elemento	ambiente	Paralisação (h)	porcentagem
1°	intencional				5298	75,56%
2°	intencional	customização			4154	59,24%
3°	intencional	customização	parede		2438	34,77%
4°	intencional	customização	parede	dormitório	1244	17,74%
5°	intencional	customização	parede	cozinha	1160	16,54%

Fonte: Autor (2015).

Foi verificado que o 4° passo – análise do ambiente “dormitório”, 5° passo – análise do ambiente “cozinha” representaram, respectivamente, 17,74% e 16,54% do total de modificações. Seria possível adotar o 4° passo, o 5° passo ou ambos os passos, como critério de comparação ou concatenação das características pertinentes as variáveis mais relevantes para as paralisações de serviço. Por fim, a concatenação entre os dois ambientes representou pouco mais de 23% do total de paralisações em modificações.

**Projeto e suas características em relação à paralisação das frentes de serviço na obra** – Para relacionar o projeto e as combinações obtidas na interpolação, foi elaborada uma planilha para a concatenação destes dados, Apêndice E – Figura 8. Optou-se por concatenar os dados obtidos no 3º passo do quadro 22, que representam 34,77% do total das paralisações, gráfico 19.

Gráfico 19: Projetos relacionados ao principal impacto de paralisação.



Fonte: Autor (2015).

Observou-se no gráfico anterior, que as paralisações estão associadas ao projeto de arquitetura de interiores. Isto é um indicativo

que, relaciona a origem da modificação ao cliente, onde este promove a customização, majoritariamente, sem um projeto adequado. Isto é indica que a ausência ou atrasos na entrega de projetos de customização são as maiores contribuições para a paralisação em obras. Percebe-se que, menos de 20% estão com projetos de interior em condições adequadas, 40% possuem projetos de customização (arquitetura de interiores), entretanto, são entregues fora do prazo, e aproximadamente, 30% das customizações que possuem atividades paralisadas, nem sequer apresentam projetos de arquitetura de interior.

**Proposta de prevenção** – Baseado nas informações do gráfico 19, para reduzir a paralisação na obra, é necessário agir em relação à customização. Primeiramente, sugere-se que a empresa apresente ao cliente, critérios de restrição em relação à customização, para evitar projetos inexecutáveis. Em segundo lugar, é importante considerar o acompanhamento de um profissional assinando a responsabilidade técnica da modificação. E finalmente, sugere-se que os projetos arquitetônico, estrutural e complementares sejam disponibilizados para o profissional responsável pela customização, exigindo-se padrão gráfico e legendas conforme orientação da construtora.

### **7.5.5 Proposta para redução de mobilização do corpo técnico, administrativo e demais agentes externos vinculados ao empreendimento**

**Seleção dos dados significativos** – Para prognosticar a modificação do corpo técnico e demais agentes externos, selecionaram-se as características mais relevantes de cada uma das variáveis que mais causaram este tipo de impacto, quadro 23.

Quadro 23 – Características mais significativas x mobilização.

tipo	origem	elemento	ambiente	participação	porcentagem
Intencional (5)				296	74,19%
	Customização (5)			227	56,89%
		Parede (5)		143	35,84%
			Sala (5)	121	30,33%
			Cozinha (5)	131	32,83%

Fonte: Autor (2015).

### **Interpolação sequencial entre os dados selecionados –**

Utilizando a planilha vinculada ao banco de dados aplicou-se o processo de interpolação de dados, Apêndice E – Figura 9. O quadro 24 apresenta o mesmo procedimento aplicado aos exemplos anteriores.

Quadro 24 – Interpolação das características x mobilização técnica e administrativa.

	tipo	origem	elemento	ambiente	participação	porcentagem
1°	intencional				296	74,19%
2°	intencional	customização			219	56,89%
3°	intencional	customização	parede		120	35,84%
4°	intencional	customização	parede	sala	52	30,33%
5°	intencional	customização	parede	cozinha	83	32,83%

Fonte: Autor (2015).

Foi verificado que o 4° passo – análise do ambiente “dormitório”, 5° passo – análise do ambiente “cozinha” representaram respectivamente 17,74% e 16,54% do total de modificações. Para este caso é possível adotar o 3° passo, ou, a combinação entre 4° e 5° passo, como critério de comparação ou concatenação dos projetos associados à participação de agentes técnicos e administrativos.

**Projeto e suas características em relação à paralisação da frente de serviço na obra** – Adotando o 3° passo, verifica-se que o gráfico de análise de projetos é aplicável, tanto para a paralisação, quanto para a mobilização dos agentes, Apêndice E – Figura 8, consequentemente, o gráfico 19 serviu para ambas as situações. Já observando a concatenação entre o 4° e o 5° passo, nota-se similaridades com o item 7.5.3.

**Proposta de prevenção** – Utiliza-se a mesma proposta de prevenção, já aplicada para o exemplo das paralisações.

## **7.6 REGISTRO DE CASO**

Esta etapa deve ser classificada, não somente como um arquivamento dos casos, mas como o fechamento de um ciclo de análise

do roteiro, com a inserção de um registro de precedente em um domínio de conhecimento ativo, que será aplicável em casos futuros. Para tanto, foram considerados os seguintes aspectos importantes para o registro de precedentes: fácil acesso de busca, registro do caso, soluções adotadas e referências. Tomando como referência e propostas preventivas para os 5 impactos mais significativos, analisados no item 7.5, chega-se aos registros de caso apresentados no quadro 25.

Quadro 25 – Registros de caso referente aos impactos mais significativos.

<b>Caso: 01 – Modificação de escada enclausurada por escada pressurizada como estratégia na concepção da NSCI.</b>				
Origem concepção	Projeto envolvido preventivo	Índice: Elemento escada	Localização Escada enclausurada	obra 02
<p>Descrição do caso:</p> <p>O impacto que causou maior custo por demolição foi decorrente da alteração no projeto preventivo que, originalmente, considerou local para resgate aéreo para sistema de escada pressurizada.</p>				
<p>Descrição da conduta:</p> <p>Considerando este aspecto, sugere-se deixar registrado em um manual de planejamento, que a concepção do projeto deve adotar como procedimento operacional, a verificação de aplicabilidade da escada pressurizada para edificações altas, quando houver solicitação do local para resgate aéreo, conforme a NSCI.</p>				
<p>Referências:</p> <p>NSCI -CBMSC</p>				
<b>Caso: 02 – Modificação de paredes das unidades habitacionais como correção do projeto conforme padrão do manual de procedimentos da construtora.</b>				
Origem projeto	Projeto envolvido Arquitetônico	Índice: Elemento Parede	Localização Apartamento	obra 01 02
<p>Descrição do caso:</p> <p>Projeto arquitetônico desconsiderou um procedimento padrão adotado pela construtora: parede com alvenaria dupla entre as divisórias do apartamento.</p>				



<p>Descrição da conduta:</p> <p>Inserir procedimentos do manual de execução que correspondam ao projeto arquitetônico devem ser selecionados e inseridos no programa de necessidades. Este <i>check-list</i> deve ser repassado ao projetista conforme sua atribuição e deve ser conferido por um coordenador ou revisor de projetos da construtora.</p>				
<p>Referências:</p> <p>Manual de procedimentos</p>				
<p><b>Caso: 03 – Modificação de paredes das unidades habitacionais por customização.</b></p>				
Índice:				
Origem	Projeto envolvido	Elemento	Localização	obra
concepção	Arquitetônico	Parede	Cozinha Sala	02
<p>Descrição do caso:</p> <p>A remoção da divisória entre a cozinha e a sala em 3 das 7 unidades por pavimento em uma das obras, representou uma redução de custos equivalente a 80,00% de toda a contenção de custos causadas pela remoção de elementos construtivos nas modificação. Além do mais, esta modificação atendeu a uma tendência de mercado.</p>				
<p>Descrição da conduta:</p> <p>Incorporar ao programa de necessidade a análise de tendências de mercado em relação à integração de áreas e customizações de acordo com a região do imóvel, padrão e perfil de usuário.</p>				
<p>Referências:</p> <p>Imobiliárias                      Setor de compras</p>				
<p><b>Caso: 04 – Modificação de paredes das unidades habitacionais por customização.</b></p>				
Índice:				
Origem	Projeto envolvido	Elemento	Localização	obra
customização	Interior	parede	unidades habitacionais	01 02 03
<p>Descrição do caso:</p> <p>A customização por iniciativa dos clientes é a origem mais significativa em relação à paralisação em obras, em sua maioria das vezes, fica</p>				

restrita nas unidades habitacionais. Percebe-se que, em relação às paralisações de atividades habitacionais, menos de 20% estão com projetos de interior em condições adequadas, 40% possuem projetos de customização (arquitetura de interiores). Entretanto, são entregues fora do prazo e aproximadamente 30% das customizações que possuem atividades paralisadas, sem sequer apresentarem projetos de arquitetura de interior.

Descrição da conduta:

- Sugere-se que a empresa apresente ao cliente critérios de restrição em relação à customização para que se evitem propostas inexecutáveis por parte dos clientes.
- Considerar a exigência ou participação de um profissional acompanhando e assinando a responsabilidade técnica da modificação.
- Os projetos arquitetônico, estrutural e complementares referentes à unidade a ser modificada devem ser disponibilizado ao profissional responsável pela customização e seja cobrado padrão gráfico e legendas conforme adotado pela construtora.

Referências:

Manual de  
procedimentos

Normas de  
desenho

Setor de  
compras

#### **Caso: 05 – Modificação de paredes das unidades habitacionais por customização.**

Índice:

Origem	Projeto envolvido	Elemento	Localização	obra
Customização	Interior	Parede	Sala Cozinha	01 02 03

Descrição do  
caso:

A customização por iniciativa dos clientes é a origem mais significativa em relação à mobilização do corpo técnico em obras, e fica restrita nas unidades habitacionais. Percebe-se que, menos de 20% das unidades customizadas estão com projetos de interior em condições adequadas, 40% possuem projetos de customização (arquitetura de interiores). Entretanto, são entregues fora do prazo, e aproximadamente, 30% das customizações não apresentam projetos de arquitetura de interior.

Descrição da conduta:

- Sugere-se que a empresa apresente ao cliente critérios de

<p>restrição em relação à customização para que se evitem propostas inexequíveis por parte dos clientes.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Considerar a exigência ou participação de um profissional acompanhando e assinando a responsabilidade técnica da modificação.</li> <li>• Os projetos arquitetônico, estrutural e complementares referentes à unidade a ser modificada devem ser disponibilizado ao profissional responsável pela customização e seja cobrado padrão gráfico e legendas conforme adotado pela construtora.</li> </ul>		
Referências:		
Manual de procedimentos	Normas de desenho	Setor de compras

Fonte: Autor (2015).

No quadro acima, foi apresentado um modelo de simplificado de arquivamento, apresentando as informações mínimas necessárias para cada registro de caso do banco de dados. Observando o modelo de arquivamento com 5 exemplos de registro, percebemos que não há predominância em relação à origem da modificação em relação aos 5 impactos selecionados e mais relevantes nos estudos de casos.

Verifica-se que nos registros de caso 01 e 03, respectivamente relacionados aos custos de execução não planejada e redução de custo por remoção de componente, a modificação para ambos é originada na concepção. Portanto, o prognóstico consiste na adoção de um *check-list* para ser apresentado no programa de necessidades para ser definido nos projetos.

Nos registros de caso 04 e 05, a origem da modificação ocorre na fase de projeção. Apesar da customização não representar grande impacto econômico, está presente em todos os estudos de caso. Além disto, o diagnóstico em relação ao maior impacto de paralização de serviços e mobilização do corpo técnico têm, basicamente, as mesmas características. O prognóstico para ambos os casos se refere à padronização de procedimentos de modificação e customização, definição de prazo para cada elemento construtivo, e finalmente, cobrança do acompanhamento de um profissional responsável pela customização junto ao cliente.

Pode-se perceber que as propostas preventivas direcionadas para redução de um determinado impacto significativo, contribuem para

a diminuição de outros impactos secundários e de menor relevância. Deste modo, a partir de uma única proposta preventiva serão derivadas soluções para múltiplos registros detectados durante a pesquisa.

## 8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste trabalho foram abordados exemplos de modificações presentes em obras executadas pelo sistema tradicional para construção, e o sistema sequencial de projetos para o planejamento. De acordo com os objetivos tratados no capítulo 1, estas modificações, originadas no projeto, na concepção ou na customização foram analisadas através de um roteiro. Este roteiro permitiu avaliar às modificações que mais causaram impacto sob o ponto de vista econômico, cronograma (paralisação), e mobilização ou participação técnica e administrativa dos agentes vinculados aos empreendimentos. Portanto os objetivos alcançados foram:

- O entendimento do fenômeno da modificação dos projetos nas obras de edifícios multifamiliares construídos dentro do sistema tradicional foi desenvolvido durante a elaboração do referencial teórico. Para isso, partiu-se da análise histórica e contextual da construção tradicional seguido da investigação sobre o planejamento e as modificações de projetos relacionadas e este sistema construtivo. Este entendimento é alcançado com a revisão de ferramentas e métodos existentes, que podem ser aplicáveis para o controle de modificações.
- Através da adaptação do Método baseado em Precedentes, RCB e Método de Lichtenstein selecionados do Capítulo 5, foi construído um roteiro de análise. Este roteiro permitiu identificar, classificar e analisar as modificações, aplicando um sistema de banco de dados, que permitiram avaliar rapidamente as diferentes características das modificações e seu respectivo impacto.
- Foram identificadas 103 modificações nos 3 estudos de caso, que se replicaram num total de 789 modificações utilizando a etapas de “estudo preliminar” e identificação de registros” pertinentes ao roteiro. A identificação destas modificações foi estruturada a partir dos procedimentos adaptados do Método de Lichtenstein.
- As características das modificações foram analisadas, diagnosticadas, na etapa “análise de dados” na “Aplicação do roteiro nos estudos de caso”, conforme o roteiro e aplicação de um editor de planilhas desenvolvido neste para este trabalho.

- A avaliação da relevância do impacto da modificação, prognóstico, foi apresentada na etapa de “Conduta baseadas em precedentes” seguindo o roteiro e aplicando o mesmo editor de planilhas utilizado na análise de dados.
- As ações preventivas ou sugestões de procedimentos de planejamento foram realizadas na etapa de “Conduta baseadas em precedentes” seguindo o roteiro e aplicando o mesmo editor de planilhas utilizado na análise de dados.

Além dos objetivos tratados, observou-se que é relevante se dar importância ao planejamento e controle de projetos antes de disponibilizá-lo para execução de obras. Durante a fase de pesquisa preliminar, constatou-se que o arquiteto responsável pela obra 03, exerceu papel diferenciado, atuando como um revisor de projetos. O resultado desta ação reduziu, significativamente, os registros de modificações de obra originadas no projeto. Isto é um indicativo que reforça a necessidade da construtora investir no controle de projetos, estruturando o setor de projetos de modo que o arquiteto tenha mais atribuições e autonomia para exercer papel de coordenador dos projetos, auxiliando o engenheiro responsável pela execução da obra.

Foi constatado que, apesar da empresa incluir um arquiteto no seu corpo administrativo, a participação dos arquitetos projetistas foi pouco relevante, quando ocorreram as modificações de projetos na obra. Isto significa que os arquitetos possuem pouca influência nas decisões técnicas das obras. Esta distância entre os arquitetos e a execução da obra pode estar associada a diferentes motivos: suposta falta de conhecimento destes profissionais em relação à execução, a confiabilidade baixa do mercado em relação ao conhecimento destes profissionais, e finalmente, o desinteresse do profissional e do mercado, em integrar o conhecimento entre projeto e execução. Independente da razão, este procedimento reforça a dificuldade de implantar sistemas integrados de projeto e execução na construção, principalmente, dos edifícios executados no sistema tradicional, voltados para o mercado imobiliário.

Outro aspecto a ser considerado é que apesar de a construtora possuir um manual técnico de procedimentos de execução bastante detalhado, ainda não elaborou um manual de planejamento de obras. A concepção de cada um dos empreendimentos é elaborada com o apoio de diferentes departamentos internos da obra, incluindo a presença do profissional responsável pelo projeto arquitetônico do empreendimento. Durante esta etapa, é discutido o escopo da obra baseado na consulta prévia do terreno e no *feedback* sobre os empreendimentos anteriores.

Esta atividade, nada mais é do que, a aplicação do Processo Baseado em Precedentes, entretanto, de forma cognitiva. É importante elaborar um documento registrando o escopo dos empreendimentos anteriores e uma análise de resultados mais consolidado, informando ao menos, os benefícios e dificuldades mais significativas destes empreendimentos.

Da mesma forma que existe o manual técnico de procedimentos de execução, a construtora deve adotar um manual técnico de procedimentos para projetos, de modo que facilite a comunicação entre os diferentes profissionais, aplicando um padrão gráfico adotado pela construtora e um *check-list* para que, cada um dos profissionais atuantes nos projetos do mesmo empreendimento, considerem os pontos críticos entre os diferentes sistemas da obra.

Para finalizar, existe uma quantidade razoável de customizações nas unidades habitacionais. Como foram observadas na avaliação do impacto, as customizações não representaram significativo aumento de custos nas obras pesquisadas. No entanto, foram relevantes em relação à paralização de atividades da obra e mobilização de agentes administrativos e técnicos. Percebeu-se que, apesar da falta de padronização nos projetos de customização (projetos de interior, paginação de piso, instalação de equipamentos, etc.), unidades habitacionais onde havia algum profissional responsável pela customização, reduziram o tempo de paralização de atividades naquela unidade.

Portanto, sugere-se a confecção de um manual de orientações para que seja fornecido ao cliente que pretende customizar a obra, e neste manual, poderá incluir entre outras coisas: informações sobre os projetos dos diferentes sistemas vinculados à unidade habitacional, padronização gráfica adotada pela construtora, limitações das modificações, entre outras informações.

## 8.1 CONTRIBUIÇÃO DO TRABALHO

Ao pesquisar o impacto da modificação na programação de obras de edificações residenciais mista, verificou-se uma descontinuidade, não somente entre planejamento e execução de obras, mas também, entre normas de projeto e execução, incluindo, ferramentas e métodos aplicáveis ao projeto e execução. Deste modo, o trabalho apresenta a seguinte contribuição:

- Análise crítica às normas de projetos – as normas relacionadas ao controle de projeto, apresentadas no

capítulo 3, são muito genéricas e estão desatualizadas. Primeiramente, não estabelecem padrões de linguagem gráfica, permitindo que cada profissional crie sua forma de padronização, dificultando a comunicação entre os diferentes profissionais que atuam na área de projeto e execução na área da construção civil. Por fim, não incluem recursos gráficos baseados na tecnologia computacional como o exemplo de aplicação de cores e imagens como recursos de comunicação.

- Análise crítica ao modelo adotado no projeto e execução na construção imobiliária na região – apesar da disponibilidade de ferramentas computacionais de controle de projeto e produção, ainda ocorrem problemas básicos no controle do projeto e execução. Dentre estes problemas, podem ser citados: detalhamento de informações nos projetos; atrasos de entrega de projetos; inclusive, a falta de uso de documentos de controle de obras como, diário de obras, *as-built* e relatórios de não conformidades previstos por norma.
- Análise crítica a aplicabilidade de ferramentas na realidade da construção civil – atualmente nos ambientes de pesquisa e tecnologia existe uma busca frenética por tudo que é novidade. Muitas destas ferramentas podem propiciar níveis invejáveis de precisão de projeto e execução. Entretanto, desconsideram a carência de profissionais aptos para trabalharem ou aperfeiçoarem seus conhecimentos e a dificuldade de implantação destes sistemas em uma área que mescla a trabalho artesanal com produção industrial.
- Aplicabilidade do roteiro no controle de não conformidades – ao utilizar aplicativos computacionais básicos como banco de dados e editor de planilhas, é possível aplicar uma adaptação do roteiro de projetos para registrar, classificar e quantificar outros tipos de não conformidades. Este roteiro pode ser utilizado por empresas de diferentes ramos da construção civil, com o objetivo de tornar o domínio do conhecimento cognitivo em um conhecimento estruturado em um banco de dados baseado em análise estatística.



## 8.2 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Dada à complexidade do tema da pesquisa, este trabalho limitou-se a fazer a avaliação do impacto das modificações em alguns critérios da modificação de obra. Seguem, portanto, algumas sugestões para pesquisas futuras, que não foram passíveis de estudo nesta dissertação:

1. Analisar o desperdício causado pela modificação sob o ponto de vista da sustentabilidade, mediante o material e serviço desperdiçados ou economizados nas obras de edificações.
2. Avaliar os custos e respectivas estratégias das construtoras para a redução de custo causada pelas modificações.
3. Desenvolver uma pesquisa relacionada ao impacto que as customizações podem representar, analisando as consequências em relação ao ponto de vista do cliente, profissionais fornecedores e construtoras.
4. Aplicar métodos e roteiros de controle direcionados a diferentes tipos de não conformidades.
5. Fazer uma análise de patologias relacionadas às modificações de projetos.



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABIKO, A. K.; GONÇALVES, O. M.; CARDOSO, L. R. A. **O Futuro da Indústria da Construção Civil: construção habitacional**. 124p, 2005. Disponível em:

<[http://www.desenvolvimento.gov.br/arquivo/publicacoes/sti/indbraopo desafios/coletanea/civil/construcao\\_civil.pdf](http://www.desenvolvimento.gov.br/arquivo/publicacoes/sti/indbraopo desafios/coletanea/civil/construcao_civil.pdf) > Acesso em: 11 mar. 2014.

ADESSE, E.; SALGADO, M. S. **Importância do coordenador do projeto na gestão da construção: A visão do empreendedor**.

NUTAU-USP Núcleo de Pesquisa em Tecnologia da Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo, 2006.

ALVARES, L. O. Raciocínio Baseado em Casos. In: **Universidade do Federal do Rio Grande do Sul**. 2004. Disponível em:

<<http://www.inf.ufrgs.br/~alvares/INF01048IA/RaciocinioBC.pdf>> Acesso em: 24 out. 2014.

ANDRADE, L.V.X.; RUSCHEL, R.C.; MOREIRA, D.C. O processo e os métodos. In: KOWALTOWKI, D.C.C.K. et al. **O processo de projeto em arquitetura: da teoria à tecnologia**. São Paulo: Oficina de Textos, 2011.

ANDRADE, C. C. **Proteção térmica em elementos estruturais de aço**. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) - Programa de Pós-graduação em Arquitetura e urbanismo, Universidade Federal de Santa Catarina, 2010.

ARAÚJO FILHO, J. T. **A Customização em Massa na Construção Civil: Um Estudo no Subsetor de Edificações**. 2009. Universidade Federal da Paraíba (Programa de Pós-Graduação em Engenharia de

Produção), João Pessoa, 2009. Disponível em:<<http://producaoonline.org.br/rpo/article/view/433/690>> Acesso em: 13 out. 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5671: Participação dos intervenientes em serviços e obras de engenharia e arquitetura**. Rio de Janeiro, R. J.: Associação Brasileira de Normas Técnicas, 1990. Disponível em:

<<http://www.cbcs.org.br/selecaoDeFornecedores/images/nbr05671.pdf>> Acesso em: 3 mar. 2015.

\_\_\_\_\_. **NBR 6492:** Representação de projetos de arquitetura. Rio de Janeiro, R. J.: Associação Brasileira de Normas Técnicas, 1995.

Disponível em:

<<http://www.corumba.ms.gov.br/downloads/download/SITE%20SEINFRA%202012%2024%2005/LEIS,%20DECRETOS%20E%20NORMAS/NBR%206492%202094%20Representa%C3%A7%C3%A3o%20de%20Projeto%20de%20Arquitetura.pdf>> Acesso em: 07 nov. 2013.

\_\_\_\_\_. **NBR 9050:** Acessibilidade de pessoas portadoras de deficiências a edificação, espaço mobiliário e equipamentos urbanos / Associação Brasileira de Normas Técnicas. Rio de Janeiro: ABNT, 1994. Disponível em:

<[http://www.pessoacomdeficiencia.gov.br/app/sites/default/files/arquivos/%5Bfield\\_generico\\_imagens-filefield-description%5D\\_24.pdf](http://www.pessoacomdeficiencia.gov.br/app/sites/default/files/arquivos/%5Bfield_generico_imagens-filefield-description%5D_24.pdf)>

Acesso em: 10 out. 2013.

\_\_\_\_\_. **NBR 9062:** Projeto e execução de estruturas de concreto pré-moldado. Rio de Janeiro, R.J.: Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2006. Acesso em: 10 mar. 2015.

\_\_\_\_\_. **NBR 10068:** Folha de desenho - Leiaute e dimensões. Rio de Janeiro, R. J.: Associação Brasileira de Normas Técnicas, 1987.

Disponível em:<[https://docente.ifrn.edu.br](https://docente.ifrn.edu.br/albertojunior/disciplinas/nbr-10068-folha-de-desenho-leiaute-e-dimensoes)

/albertojunior/disciplinas/nbr-10068-folha-de-desenho-leiaute-e-dimensoes> Acesso em: 01 ago. 2013.

\_\_\_\_\_. **NBR 13531:** Elaboração de projetos de edificações – Atividades técnicas. Rio de Janeiro, R.J.: Associação Brasileira de Normas Técnicas, 1995. Disponível em:

<<http://apoioididatico.iau.usp.br/projeto3/2013/nbr13531.pdf>> Acesso em: 07 nov. 2013.

\_\_\_\_\_. **NBR 13532:** Elaboração de projetos de edificações – Arquitetura. Rio de Janeiro, R.J.: Associação Brasileira de Normas Técnicas, 1995. Disponível em:

<<https://docente.ifrn.edu.br/joaocarmo/disciplinas/documentos-1/nbr-13532>> Acesso em: 07 nov. 2013.

\_\_\_\_\_. **NBR 13752:** Perícias de engenharia na construção civil. Rio de Janeiro, R.J.: Associação Brasileira de Normas Técnicas, 1996.

Disponível em: <

<http://www.ebah.com.br/content/ABAAAQvEAE/nbr-13752>> Acesso em: 07 nov. 2013.

\_\_\_\_\_. **NBR 14645-1:** Norma de desempenho. Rio de Janeiro, R.J.: Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2000.

\_\_\_\_\_. **NBR 15575:** Norma de desempenho. Rio de Janeiro, R.J.: Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2005. Disponível em: <[http://www.unicep.edu.br/biblioteca/docs/engenhariacivil/NBR\\_15575-2\\_2013\\_Final%20Sistemas%20estruturais\[1\].pdf](http://www.unicep.edu.br/biblioteca/docs/engenhariacivil/NBR_15575-2_2013_Final%20Sistemas%20estruturais[1].pdf)> Acesso em: 04 jul. 2015.

\_\_\_\_\_. **ISO 9000:** Sistemas de gestão da qualidade – Requisitos. Rio de Janeiro, 2005. Disponível em: <<https://qualidadeuniso.files.wordpress.com/2012/09/nbr-iso-9000-2005.pdf>> Acesso em: 02 mar. 2014.

ASBEA. **Manual de contratação de serviços de arquitetura e urbanismo.** Ed. PINI, São Paulo, 2006.

ASSUMPTÃO, J.F.P.; LIMA, JR. **Gerenciamento de empreendimentos na construção civil:** modelo para planejamento estratégico da produção de edifícios. Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP/173. São Paulo : EPUSP, 1996. Disponível em: <[http://www.pcc.poli.usp.br/files/text/publications/BT\\_00173.pdf](http://www.pcc.poli.usp.br/files/text/publications/BT_00173.pdf)> Acesso em: 01 abr. 2005.

BARBETTA, P.A. Estatística aplicada às ciências sociais. 6ª ed. Florianópolis: UFSC, 2006.

BARROS NETO, B.; SCARMINIO, I. S.; BRUNS, R. E. **Planejamento e Otimização de Experimentos.** 2ª ed. Campinas – SP: Editora da Unicamp, 1995.

BARTH, F.; VEFAGO, L. H. M. **Tecnologia de fachadas pré-fabricadas.** Florianópolis: Letras Contemporâneas, 2007.

BNDES. **Programa de desenvolvimento industrial catarinense 2022: uma rota para o futuro.** Disponível em: <<http://www.bndes.gov.br/bibliotecadigital>>. Acesso em: abr. 2015.

BRASIL. Ministério das Cidades. **Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat – PBQP-H:** Sistema de Avaliação da Conformidade de Empresas de Serviços e Obras da Construção Civil – SiAC. Brasília, DF, 2005.

BRASIL. Câmara dos Deputados. Complementar **PL3019/2008.** Acrescenta parágrafo ao art. 43 da Lei nº 4.591, de 16 de dezembro de

1964, que "Dispõe sobre o condomínio em edificações e as incorporações imobiliárias". Disponível em: <[http://www.alesc.sc.gov.br/expediente/2008/PLC\\_0031\\_3\\_2008.rtf](http://www.alesc.sc.gov.br/expediente/2008/PLC_0031_3_2008.rtf)>. Acesso em: 07 mai. 2014.

BRASIL. Caixa Econômica Federal. **Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil** - SINAPI. Disponível em: <<http://www.cef.com.br>> Acesso em: 04 set. 2015.

BONIN, L. **A abordagem sistêmica da produção de edifícios**. Porto Alegre, 1987. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1987.

BRANDÃO, D. Q.; HEINECK, L. F. M. Estratégias de flexibilização de projetos residenciais iniciadas na década de 1990 no Brasil: tão somente um recurso mercadológico? **Ambiente Construído**. Revista on-line da ANTAC, Porto Alegre, v. 7, n. 4, p. 71-87, out./dez. 2007.

CAIXA ECONÔMICA FEDERAL, SINAPI (Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil). Disponível em: <<http://www.caixa.gov.br/poder-publico/apoio-poder-publico/sinapi/Paginas/default.aspx>> Acesso em: 12 out. 2015.

CARDOSO, F. F. Importância dos estudos de preparação e da logística na organização dos sistemas de produção de edifícios: alguns aprendizados a partir da experiência francesa. In: **Seminário Internacional Lean Construction – A Construção Sem Perdas**, 1.. Anais... São Paulo, 1996. Disponível em: <[http://www.eesc.usp.br/sap/workshop/anais/INFLUENCIAS\\_DO\\_PROJETO\\_DE\\_PRODUCAO\\_NO\\_SIST\\_LOGISTICO.pdf](http://www.eesc.usp.br/sap/workshop/anais/INFLUENCIAS_DO_PROJETO_DE_PRODUCAO_NO_SIST_LOGISTICO.pdf)> Acesso em: 03 mar.2015.

CARNEIRO, T. M. **Proposta de melhoria no processo de retroalimentação dos projetos de sistemas prediais hidráulicos sanitários**. 2013. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2013. Disponível em: <[http://www.repositorio.ufc.br/ri/bitstream/riufc/11190/1/2013\\_dis\\_tmcarneiro.pdf](http://www.repositorio.ufc.br/ri/bitstream/riufc/11190/1/2013_dis_tmcarneiro.pdf)> Acesso em: 20 jun.2015.

CARTY, G. J. **Construction**. In: Journal of Construction Engineering and Management, v. 121, n.3, set. 1995. Disponível em:

<[http://ascelibrary.org/doi/abs/10.1061/\(ASCE\)0733-9364\(1995\)121:3\(319\)](http://ascelibrary.org/doi/abs/10.1061/(ASCE)0733-9364(1995)121:3(319))> Acesso em: 20 jul. 2014.

**CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL. PIB Brasil e Construção Civil. In: Banco de Dados da CBIC.** Disponível em:<<http://www.cbicdados.com.br/menu/pib-e-investimento/pib-brasil-e-construcao-civil>>. Acesso em: 02 abr. 2014.

CASAKIN, H.; GOLDSCHMIDT, G. **Expertise and the use of visual analogy: implications for design education.** Design Studies, v. 20, n. 2, p.153-175, 1999.

COELHO, S. S.; NOVAES, C. C. **Modelagem de informações para construção (BIM) e ambientes colaborativos para gestão de projetos na construção civil.** In: Workshop Brasileiro - Gestão do processo de projetos na construção de edifícios, 8., São Paulo, 2008. Disponível em:<[http://www2.pelotas.ifsul.edu.br/gpacc/BIM/referencias/COELHO\\_2008.pdf](http://www2.pelotas.ifsul.edu.br/gpacc/BIM/referencias/COELHO_2008.pdf)>. Acesso em: 03 mai. 2015.

COUTINHO, L. et al. **Modelagem do tempo de execução de obras civis: estudo de caso na Universidade Federal do Pará.** In: Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 12, n. 1, p. 243-256, jan./mar. 2012. Disponível em:<<http://www.seer.ufrgs.br/ambienteconstruido/article/view/18212>>. Acesso em: 12 mai. 2015.

CRICIÚMA. **Parâmetros de solo e ocupação do solo municipal – anexo 8.** In: Plano diretor participativo do município. Lei complementar nº 95, 28 dez. 2012. Disponível em:<<https://leismunicipais.com.br/a/sc/c/criciuma/lei-complementar/2012/9/95/lei-complementar-n-95-2012-institui-o-plano-diretor-participativo-do-municipio-pdpm-de-criciuma-e-da-outras-providencias>> Acesso em: 20 set. 2014.

DEGANI, C. M.; CARDOSO, F. F. **A sustentabilidade ao longo do ciclo de vida de edifícios: a importância da etapa de projeto arquitetônico.** In : NUTAU 2002 - Sustentabilidade, Arquitetura e Desenho Urbano. Núcleo de Pesquisa em Tecnologia da Arquitetura e Urbanismo da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2002. Disponível em:<[http://www.pcc.usp.br/files/text/personal\\_files](http://www.pcc.usp.br/files/text/personal_files)>

/francisco\_cardoso/Nutau%202002%20Degani%20Cardoso.pdf>.

Acesso em: 12 jun. 2014.

DEPARTAMENTO DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO DA FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DE SÃO PAULO – DECONCIC/FIESP. **Proposta de política industrial para a construção civil** – edificações. Caderno 1, out. 2008. Disponível em: <<http://www.fiesp.com.br/indices-pesquisas-e-publicacoes/proposta-de-politica-industrial-para-a-construcao-civil-edificacoes/>>. Acesso em: 2 jul. 2014.

DUARTE, T.; SALGADO, M. O projeto executivo de arquitetura como ferramenta para o controle da qualidade na obra. In: **Encontro Nacional de Engenharia Da Produção Civil**. 2002, Curitiba. Anais XXII ENEGEP, 2002. Disponível em: [http://www.infohab.org.br/entac2014/2002/Artigos/ENTAC2002\\_0065\\_74.pdf](http://www.infohab.org.br/entac2014/2002/Artigos/ENTAC2002_0065_74.pdf)>. Acesso em: 2 jul. 2013.

FABRÍCIO, M.M. **O projeto simultâneo na construção de edifícios**. Tese (Doutorado em Engenharia) - Departamento de Engenharia de Construção Civil, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002. Disponível em: <[http://globalconstroi.com/images/stories/Manuais\\_tecnicos/2010/projecto\\_simultaneo\\_const\\_edificios/Projeto\\_Simultaneo\\_TESE1.pdf](http://globalconstroi.com/images/stories/Manuais_tecnicos/2010/projecto_simultaneo_const_edificios/Projeto_Simultaneo_TESE1.pdf)>. Acesso em: 2 mar. 2014.

FABRÍCIO, M. M.; BAÍA, J. L.; MELHADO, S. B. Estudo da sequência de etapas do projeto na construção de edifícios: cenário e perspectivas. In: **Encontro Nacional de Engenharia de Produção**. 1998, Niterói. Anais... 1998. Disponível em: <[http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep1998\\_art230.pdf](http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep1998_art230.pdf)>. Acesso em: 17 mar. 2014.

FABRÍCIO, M. M.; MELHADO, S. B. Desafios para integração do processo de projeto na construção de edifícios. In: **Workshop Nacional: Gestão Do Processo De Projeto Na Construção De Edifícios**, 2001, São Carlos. Anais... São Carlos: EESC/USP, 2001.

FABRÍCIO, M.; MELHADO, S.; BAÍA, J. A Brief Reflection on the Improvement of the Design Process Efficiency in Brazilian Building Projects. In: **Conference of the International Group for Lean Construction**, 7, 1999a, Berkeley. Proceedings. Berkeley: University of Califórnia, 1999.



GNIPPER, S. F. **Diretrizes para formulação de método hierarquizado para investigação de patologias em Sistemas Prediais Hidráulicos e Sanitários**. 2010. 287 f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação da Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2010. Disponível em:<  
<http://www.bibliotecadigital.unicamp.br/document/?code=000777495>>  
 Acesso em: 05 abr. 2015

FAGUNDES NETO, J. **Proposta de método para investigação de manifestações patológicas em sistemas de pinturas látex de fachada**. Dissertação (Mestrado em Habitação: Planejamento e Tecnologia) São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas, 2007.

FARAH, M. F. S. **Tecnologia, processo e trabalho e construção habitacional**. Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 1992. 297p. Disponível em:<  
<http://www.bv.fapesp.br/pt/auxilios/36918/tecnologia-processo-de-trabalho-e-construcao-habitacional/>> Acesso em: 12 out. 2014

FERREIRA, T. et al. **Fichas De Inspeção E Registo: Gestão integrada de informação sobre o edificado antigo do Seixal**. In: **Congresso De Patología Y Rehabilitación De Edificios**, 4. 2012, Santiago de Compostela. Anais PATORREB, 2012. Disponível em: < [http://www.researchgate.net/publication/236034836\\_Fichas\\_de\\_inspeco\\_e\\_registo\\_Gesto\\_integrada\\_de\\_informao\\_sobre\\_o\\_edificado\\_antigo\\_do\\_Seixal](http://www.researchgate.net/publication/236034836_Fichas_de_inspeco_e_registo_Gesto_integrada_de_informao_sobre_o_edificado_antigo_do_Seixal)>  
 Acesso em: 10 set. 2014.

FERREIRA FILHO, J.V.; MAGALHÃES, L. N. **Estudo de alterações em projetos civis em fase de execução**. Construindo, Belo Horizonte, v.3, n.2, p.32-36, jul./dez. 2011. Disponível em:<  
<http://www.fumec.br/revistas/construindo/article/view/1756>> Acesso em: 20 ago. 2014.

FIESC – Federação das Indústrias de Santa Catarina. **Setores portadores de futuro para a indústria catarinense – 2022**. Florianópolis, 2013. Disponível em: <<http://www4.fiescnet.com.br/images/home-pedic/estudosocioec.pdf>> Acesso em: 20 jun. 2015.

FLORIO, W. Contribuições do building information modeling no processo de projeto em arquitetura. In: **Seminário da Tecnologia de Informação na Construção Civil**. 2007, Porto Alegre. Anais TIC, 2007.

FIGUEIREDO, D. L. M. **Diagnóstico da implementação de sistemas de gestão da qualidade em empresas construtoras e seus reflexos na gerencia de materiais de construção.** Dissertação (Mestrado em Construção Civil) – Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2006. Disponível em: <<http://www.bibliotecadigital.ufmg.br/dspace/handle/1843/ISMS-6WHNY6>> Acesso em: 07/06/2014.

FIGUEIREDO, D. L. M. **Não-conformidades constatadas em construtoras.** In: Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, [In]. Disponível em: <<https://www.demc.ufmg.br>> Acesso em: 13 jun. 2014.

FIGUEIREDO NETO, M. V.; SOUSA, R. M. C. **Sistemas de Gestão da Qualidade:** as perspectivas normativas e os sistemas de auditoria. In: Âmbito Jurídico, Rio Grande, XIII, n. 81, out 2010. Disponível em: <[http://ambito-juridico.com.br/site/index.php?artigo\\_id=8495&n\\_link=revista\\_artigos\\_leitura](http://ambito-juridico.com.br/site/index.php?artigo_id=8495&n_link=revista_artigos_leitura)>. Acesso em: 10 ago. 2014.

FORMOSO, C. T. et al. **Perdas na Construção Civil:** conceitos, classificações e seu papel na melhoria do setor. Técnica. São Paulo, n.23, p.30-33, jul – ago. 1996. Disponível em: <[http://www.academia.edu/15722766/FORMOSO\\_CARLOS\\_TORRES\\_AS\\_PERDAS\\_NA\\_CONSTRU%C3%87%C3%83O\\_CIVIL\\_CONCEITOS\\_OS\\_CLASSIFICA%C3%87%C3%95ES\\_E\\_SEU\\_PAPEL\\_NA\\_MELHORIA\\_DO\\_SETOR](http://www.academia.edu/15722766/FORMOSO_CARLOS_TORRES_AS_PERDAS_NA_CONSTRU%C3%87%C3%83O_CIVIL_CONCEITOS_OS_CLASSIFICA%C3%87%C3%95ES_E_SEU_PAPEL_NA_MELHORIA_DO_SETOR)>. Acesso em: 11 set. 2014.

FRANCHI, C.C.; SOIBELMAN, L.; FORMOSO, C. T. As perdas de materiais na indústria da construção civil. In: **Seminário da qualidade na construção civil**, 2., Porto Alegre, 1993, Porto Alegre. : Anais Gestão e Tecnologia. 1993.

FREITAS FILHO, P. J. **Modelagem, Projeto e Avaliação de Desempenho de Redes.** Florianópolis – SC: Instituto de Estudos Superiores - CPGCC – UFSC, Abril de 2000.

GARCIA MESEGUER, A. **Controle e garantia da qualidade na construção.** Trad. de Roberto José Falcão Bauer, Antonio Carmona

Filho e Paulo Roberto do Lago Helene. São Paulo, Sinduscon-SP/Projeto/PW, 1991.

GRANDISKI, P. **Perícias em Edificações**. Curso de Especialização em Engenharia de Avaliações de Bens e Perícias, Apostila CEDEMPT – Londrina, Maringá, set.2001.

GRANDES CONSTRUÇÕES. **Métodos construtivos tradicionais ainda são predominantes**. 2012. Disponível em: <[http://www.grandesconstrucoes.com.br/br/index.php?option=com\\_content&view=article&id=220](http://www.grandesconstrucoes.com.br/br/index.php?option=com_content&view=article&id=220)> Acesso em: 06 jun. 2014.

GRIFFITH A.; SIDWELL T. **Constructability in building and engineering projects**. Londres: Macmillan, 1995.

IBBS, C.; WONG, C.; KWAK, Y. **Project change management**. Journal of Management in Engineering., julho 2001,159-165 p.

IBBS, W.; NGUYEN, L.; LEE, S. **Quantified Impacts of Project Change**. Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice 133(1), 2007, 45-52 p. Disponível em: <<http://ascelibrary.org/doi/10.1061/%28ASCE%291052-3928%282007%29133%3A1%2845%29>> Acesso em: 12 nov. 2014.

IBGE. **Pesquisa anual da indústria da construção, PAIC – 2010**. IBGE, 15/6/2012. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/imprensa/ppts/00000009274806122012484115548737.pdf>> Acesso em: 10 nov. 2013.

ISO – INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **Performance standards in buildings: principles for their preparation and factors to be considered**, ISO 6241. London, 1984.

JANSON, H. W.; JANSON, Anthony F. **Iniciação à história da arte**. 3ed.[trad. Jefferson Luiz Camargol] São Paulo: Martins Fontes, 2009.

JARRAT, T. A. W.; ECKERT, C. M.; CALDWELL, N. H. M.; Clarkson, P. J. **Engineering change: an overview and perspective on the literature**. Research in Engineering Design 22, 2011, p 103-124.

Disponível em: <<http://oro.open.ac.uk/28816/>> Acesso em: 12 nov. 2014.

KAHNEMAN, D. **Rápido e devagar**: duas formas de pensar. Tradução: Cássio de Abrantes Leite. Rio de Janeiro: Objetiva, 2012. 610 p.

KOLODNER, J. **Case-Based Reasoning**. San Mateo, CA: Morgan Kaufmann, 1993. Disponível em:  
<[https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=3qyjBQAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=KOLODNER,+Janet.+Case-Based+Reasoning.&ots=QNux4tWU6z&sig=LTjJ6E5mZBV63i-\\_ZTCYxuQ\\_xig#v=onepage&q=KOLODNER%2C%20Janet.%20Case-Based%20Reasoning.&f=false](https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=3qyjBQAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=KOLODNER,+Janet.+Case-Based+Reasoning.&ots=QNux4tWU6z&sig=LTjJ6E5mZBV63i-_ZTCYxuQ_xig#v=onepage&q=KOLODNER%2C%20Janet.%20Case-Based%20Reasoning.&f=false)> Acesso em: 11 set 2014.

KOSKELA, L. **Application of the New Production philosophy to Construction**. Technical Report n 72. Center for Integrated Facility Engineering. Department of Civil Engineering. Stanford University, 1992. Disponível em: < <http://www.ce.berkeley.edu/~tommelein/Koskela-TR72.pdf>> Acesso em: 12 nov. 2014.

KOSKELA, L. **Lean production in construction**. In: ALARCÓN, L. F. Lean construction. Rotherdan: Balkema Publishers, 1997. Disponível em: < [http://www.iaarc.org/publications/fulltext/Lean\\_production\\_in\\_construction.PDF](http://www.iaarc.org/publications/fulltext/Lean_production_in_construction.PDF)> Acesso em: 13 Ago 2014.

KYMMELL, W. **Building Information Modeling: Planning and Managing Construction Projects with 4D CAD and Simulations**. New York: McGraw Hill Professional, 2008.

LAMBERTS, R.; DUTRA, L.; PEREIRA, F. O. R. **Eficiência energética na arquitetura**. São Paulo: PW Editores, 1997.

LEMONS, C. A. C.; SAMPAIO, M. R. A. **Casas proletárias em São Paulo**. São Paulo, FAUUSP, 1993.

LEUSIN, S. **O gerenciamento de projetos de edifícios: fator de eficiência para a construção leve no Brasil**. In: Encontro Nacional de

Engenharia Da Produção Civil. 1995, São Carlos. Anais do XV ENEGEP, 1995.

LIBRELOTTO, L. I.; FERROLI, P. C. M.; MUTTI, C. N.; ARRIGONE, G. M. **A teoria do equilíbrio**: alternativas para a sustentabilidade na construção civil. Florianópolis: DIOESC, 2012.

LICHTENSTEIN, N. B. **Patologia das construções**: procedimento para formulação do diagnóstico de falhas e definição de conduta adequada à recuperação de edificações. 1985. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo.

LICHTENSTEIN, N. B. **Patologia das construções**. In: Boletim Técnico n° 6 da USP, 1986. Disponível em: <[http://www.pcc.poli.usp.br/files/text/publications/BT\\_00006.pdf](http://www.pcc.poli.usp.br/files/text/publications/BT_00006.pdf)> Acessado em: 27 ago. 2013.

LIMA, A. S. **Redução de custos na construção civil** – uma visão mais ampla. In: Prêmio Jovem Cientista 1994: publicação resumida dos trabalhos vencedores. 1995. Rio de Janeiro. Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq, 1995.

LIU, A. W.; OLIVEIRA, L. L.; MELHADO, S. B. **A gestão do processo em projeto de Arquitetura**. In: KOWALTOWKI, D.C.C.K. et al. O processo de projeto em arquitetura: da teoria à tecnologia. São Paulo: Oficina de Textos, 2011.

MASCARO, J. L.; CLARO, A.; SCHNEIDER, I. E. **A evolução dos sistemas de construção com o desenvolvimento econômico**: uma visão retrospectiva. São Paulo: USP, 1978.

MATTOS, K. G. S. **Mudanças tecnológicas em empresas construtoras e sua relação com os processos projetuais**. 2005. Dissertação (Mestrado) – Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/102570/228519.pdf?sequence=1>> Acessado em: 13 ago. 2014.

MATTEI, J. **Resultados na obra**. Revista Técnica, São Paulo, maio / jun. 1998.

MAYR, L. R. **Falha de projeto e erros de execução:** uma questão de comunicação. 2000. Dissertação (Mestrado) – Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2000.

MAYR, L. R. **Modelo da participação do cliente na produção de edificações por encomenda.** 2007. Tese (Doutorado) – Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2007.

MEDEIROS, J. S. **O desempenho das vedações frente à ação da água.** In: Seminário Tecnologia e Gestão na Produção de Edifícios: Vedações Verticais (1º.: 1998 : São Paulo) Anais; ed. por F. H. Sabbatini; M. M. S. B. de Barros; J. S. Medeiros. São Paulo, EPUSP/PCC, 1998.

MEIRELLES, H. L. **Direito de Construir.** 7. ed.atual.São Paulo: Malheiros,1996.

MELHADO, S. B. **Qualidade do projeto na construção de edifícios: aplicação ao caso das empresas de incorporação e construção.** Tese (Dissertação) – Engenharia, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1994. Disponível em:  
<<http://lamb.eng.br/novo/artigos/ba3391bf877fad8b6cf6ad3799aa344a.p>  
df> Acesso em: 21 ago. 2014.

MELHADO, S. B. **Empreendimentos e a Engenharia Simultânea na Construção de Edifícios.** In: Encontro Nacional de Engenharia Da Produção Civil. 1997, Rio de Janeiro. Anais... ENEGEP,1999.

MELHADO, S. B. **Introdução ao tema.** In: Silvio Burrattino Melhado. (Org.). Coordenação de projetos de edificações. 1 ed. São Paulo: O Nome da Rosa, 2005.

MELHADO, S. B.; MELHADO, A. R. **Gestão do processo de projeto.** In: GPC011, Curso Gestão de Projetos na Construção. POLI-INTEGRA, São Paulo, 2008.

MELHADO, S. B.; BARROS, M. M. S. B. **Recomendações para a produção de estruturas de concreto armado em edifícios.** São Paulo. Projeto EPUSP/SENAI, 1998.

MELLO, L. C. B. B.; AMORIM S. R. L. **O subsector de edificações da construção civil no Brasil: uma análise comparativa em relação à União Européia e aos Estados Unidos.** In: Produção (São Paulo. Impresso), vol. 19, n° 2 – São Paulo, 2009. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0103-65132009000200013](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-65132009000200013)> Acesso em 05 nov. 2013.

MENEZES, A. M. **Percepção, memória e criatividade em arquitetura.** Cadernos de Arquitetura e Urbanismo, Belo Horizonte, v.14 - n.15 - dezembro 2007. Disponível em:<<http://200.229.32.55/index.php/Arquiteturaeurbanismo/article/view/807/774>> Acesso em: 07 mai. 2015.

MONTEIRO FILHA, D. C.; COSTA, A. C. R.; ROCHA, E. R. P. DA. **Perspectivas e desafios para inovar na construção civil.** In: BNDES Setorial n°31, 2010. Disponível em:<[http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/bndes/bndes\\_pt/Institucional/Publicacoes/Consulta\\_Expressa/Setor/Construcao\\_Civil/201003\\_10.html](http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/bndes/bndes_pt/Institucional/Publicacoes/Consulta_Expressa/Setor/Construcao_Civil/201003_10.html)>Acesso em: 07 fev. 2015.

MOSELHI, O.; ASSEM, I.; EL-RAYES, K. **Change orders impact on labour productivity.** Journal of Construction Engineering and Management. v. 131, n. 3, p. 354-359, março 2005. Disponível em:<[http://ascelibrary.org/doi/abs/10.1061/\(ASCE\)0733-9364\(2005\)131:3\(354\)](http://ascelibrary.org/doi/abs/10.1061/(ASCE)0733-9364(2005)131:3(354))> Acesso em: 23 fev. 2015.

MOTAWA, I. A.; ANUMBA, C. J.; EL-HAMALAWI, A. A fuzzy system for evaluating the risk of change in construction projects, Advances in Engineering Software, 2006.

MOTTA, C. A. P. Qualidade das obras públicas em função da interpretação e prática dos fundamentos da lei 8.666/93 e da legislação correlata. In: **Simpósio Nacional De Auditoria De Obras Públicas.** 2005, Recife. Anais... 2005. Disponível em:< [http://www.ibraeng.org/public/uploads/publicacoes/1188400938100qualidade\\_das\\_obras\\_publicas.pdf](http://www.ibraeng.org/public/uploads/publicacoes/1188400938100qualidade_das_obras_publicas.pdf)> Acesso em: 12 mar. 2015.

MUTTI, C. N. M. **Estratégia de produção na construção civil**. In: Curso de Pós-graduação em Nível de Especialização em Engenharia Civil. Florianópolis: UFSC, 1999.

NASCIMENTO, L. A.; SANTOS, E. T. A Indústria da Construção na Era da Informação. Revista Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 3, n. 1, p. 69-81, jul./set. 2003.

OLIVEIRA, R. R. **Comunicação e gestão de obras**: a dinâmica textos/conversações baseados no estudo de dois empreendimentos habitacionais. 2010. Tese (Doutorado) Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil (PPGEC). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2010.

OLIVEIRA, M.; FREITAS, H. M. R. Melhoria da qualidade da etapa de projeto de obras de edificação: um estudo de caso. In: **ENANPAD**. 1997, Angra dos Reis. Anais do 21º ENANPAD, ANPAD, Produção Industrial e de Serviços, 21-24 de Setembro 1997, 15 p. Disponível em: <[http://www.ufrgs.br/gianti/files/artigos/1997/1997\\_047\\_ENANPAD.pdf](http://www.ufrgs.br/gianti/files/artigos/1997/1997_047_ENANPAD.pdf)> Acesso em: 23 mar. 2014.

OSEKI, J. H. **Algumas tendências da construção civil no Brasil**. FAU, Universidade de São Paulo: São Paulo, 1982.

ORNSTEIN, S. W.; ROMÉRO, M. de A. (Colab.). **Avaliação Pós Ocupação do Ambiente Construído**. São Paulo: EDUSP/ Studio Nobel, 1992.

PALATNIK, S. **Introdução ao uso do aço na construção**. Rio de Janeiro: IABrCBCA, 2007.

PBQP-H. **Sistema de avaliação da conformidade de empresas de serviços e obras da construção civil – SiAC**. Ministério das Cidades Secretaria Nacional de Habitação – SNH, 2005. Disponível em: <[http://www.pbqp-.com.br/arquivos/download/regimento\\_siacy\\_completo.pdf](http://www.pbqp-.com.br/arquivos/download/regimento_siacy_completo.pdf)> Acesso em 11/02/2015.

PERALTA, A. C. **Um modelo do processo de projeto de edificações, baseado na Engenharia Simultânea, em empresas construtoras incorporadoras de pequeno porte**. 2002. Dissertação (Mestrado em



Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.

PELACANI, V. L. **Responsabilidade na Construção Civil**. Cadernos Do CREA. n.7. Curitiba/CREA-PR, 2010.

PICCHI, F. A. **Sistemas da qualidade**: Uso em empresas de construção. 1993. Tese (doutorado em engenharia) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1993.

POLITO, G. **Gerenciamento de projetos na construção civil predial - uma proposta de modelo de gestão integrada**. 13ª Seminário Internacional de Gerenciamento de Projetos, 2013.

REIS, P. **Os custos do atraso**. In: Construção Mercado: Negócios de Incorporação e construção, 2010. Disponível em:<<http://construcaomercado.pini.com.br/negocios-incorporacao-construcao/110/a-obra-atrasou-e-agora-saiba-como-gerir-os-282411-1.aspx>> Acesso em 05 jun. 2015.

RODRIGUES, M. P. P. **Identificação de Estratégias de Ação Para Implantação de Sistemas de Gestão Integrada**: um estudo exploratório na construção civil. 133f. Florianópolis, 2002. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.

RODRÍGUEZ, M. A. A.; HEINECK, L. F. M. **Coordenação de projetos: uma experiência de 10 anos dentro de empresas construtoras de médio porte**. In: II Simpósio brasileiro de gestão da qualidade e organização do trabalho no ambiente construído, Anais, Fortaleza, 2001.

ROHAN, U.; FRANÇA, S. L. B. Avaliação do desempenho ambiental na indústria naval: estudo de caso em estaleiro localizado no estado do Rio de Janeiro. In: **Congresso Nacional De Excelência Em Gestão, 10**. 2013. Rio de Janeiro – CNEG 2013: 2013. Disponível em: <[www.excelenciaemgestao.org](http://www.excelenciaemgestao.org)> Acessado em: 20 set. 2014.

ROMAN, H. R. et al. **Análise de Alvenaria Estrutural**. In: **Curso de Análise de Alvenaria Estrutural, preparado para os funcionários da Caixa Econômica Federal**. NPC, GDA, FEESC - UFSC, Florianópolis, SC, 2000.

ROMAN, R. R.; MUTTI, C. N.; ARAÚJO, H. N. **Construindo em alvenaria estrutural**. Editora da UFSC: Florianópolis, 1999.

ROMANO, F. V. **Modelo de Referência para o Gerenciamento do Processo de Projeto Integrado de Edificações**. 2003. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003.

ROMANO, F. V. **Modelo de Referência para o Gerenciamento do Processo de Projeto Integrado de Edificações**. In: *Gestão & Tecnologia de Projetos*. Vol. 1, n 1, Novembro 2006.

ROSÁRIO, A. L.; FERRO, L. P. Módulo: 01 - Introdução à Coordenação, Direção e Gestão de Obras. In: **Coordenação, Direção e Gestão de Obra: plataforma on line para profissionais**. Verlag Dashöfer, [In] Disponível em: <<http://gestaodeobra.dashofer.pt/?s=modulos&v=capitulo&c=2204>> Acesso em: 05 jun. 2014.

ROSSO, T. **Racionalização da construção**. São Paulo: FAUUSP, 1980. p.300.

SABBATINI, F. H. **Desenvolvimento de métodos, processos e sistemas construtivos - formulação e aplicação de uma metodologia**. 1989. Tese (Doutorado em Engenharia) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1989.

SABBATINI, F. H.; BARROS, M M B de; MEDEIROS, J. S. **Seminário tecnologia e gestão na produção de edifícios verticais**. 1998. In: Escola Politécnica da Universidade de São Paulo – Departamento de Engenharia de Construção Civil. Anais... São Paulo, 1998.

SABOYA, R. **O Surgimento do Planejamento Urbano**. Revista Urbanidades. 2008. Disponível em: <

<http://urbanidades.arq.br/2008/03/o-surgimento-do-planejamento-urbano/>> Acesso em: 20 abr. 2015.

SÁNCHEZ, A. C. C., **Uma contribuição a coordenação de projeto, na construção de edifícios [manuscrito]**: estudo sobre as dependências do processo. (Dissertação de mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Construção Civil, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2008. Disponível em: < [http://www.bibliotecadigital.ufmg.br/dspace/bitstream/handle/1843/ISMS-82GP8S/dissert\\_andreaccs\\_2008.pdf?sequence=1](http://www.bibliotecadigital.ufmg.br/dspace/bitstream/handle/1843/ISMS-82GP8S/dissert_andreaccs_2008.pdf?sequence=1) > Acesso em: 20 ago. 2014.

Santa Catarina. Polícia Militar. Corpo de Bombeiros. **Normas de segurança contra incêndio** / Corpo de Bombeiros. – 2. ed. rev. e ampl. – Florianópolis: EDEME, 1992. 144p

SANTANA, C. L.; OLIVEIRA, D. N. S.; MEIRA, A. R. **Uma Análise do Sistema de Personalização de Imóveis Residenciais na Cidade de João Pessoa**. 2008. In: Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, 3, Fortaleza. Anais... Fortaleza, 2008.

SANTANA, C. L.; OLIVEIRA, D. N. S.; MEIRA, A. R. Personalização de imóveis verticais residenciais: um estudo exploratório em construtoras da cidade de João Pessoa. 2007. In: **Congresso de Pesquisa e Inovação da Rede Norte Nordeste de Educação Tecnológica**, 2, João Pessoa. **Anais**. João Pessoa, 2007.

SANTOS R.E. **A ARMAÇÃO DO CONCRETO NO BRASIL: História da difusão da tecnologia do concreto armado e da construção de sua hegemonia**. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2008.

SCHMITT, C. M. **Por um modelo integrado de sistema de informações para a documentação de projetos de obras de edificação da indústria da construção civil**. Tese (Doutorado em Administração) – Escola de Administração, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1998. 318p. Disponível em: < <https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/2234/000228142.pdf?sequence=1> > Acesso em: 23 abr. 2014.

SEITO, A. I. et al. **A segurança contra incêndios no Brasil.** São Paulo: Projeto Editora, 2008. 496p. Disponível em: <[http://www.corpodebombeiros.sp.gov.br/internetcb/Downloads/aseguranca\\_contra\\_incendio\\_no\\_brasil.pdf](http://www.corpodebombeiros.sp.gov.br/internetcb/Downloads/aseguranca_contra_incendio_no_brasil.pdf)> Acessado em: 17 mai. 2015.

SILVA A. F. **Manifestações patológicas em fachadas com revestimentos argamassados.** (Dissertação de mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Arquitetura, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2007.

SOUZA, U. E. L. **Redução do desperdício de materiais através do controle do consumo em obra.** In: **ENEGEP.** 1997, Gramado. Anais do XVII ENEGEP. 1997.

SOUZA, V. C.; RIPPER, T. **Patologia, recuperação e reforço de estruturas de concreto.** São Paulo: PINI, 1998.

SOUZA, L. L. A. de. **Diagnóstico do uso do BIM em empresas de projeto de Arquitetura.** 2009. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Programa de Pós Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2009. Disponível em: <[http://www.dominiopublico.gov.br/pesquisa/DetalheObraForm.do?select\\_action=&co\\_obra=159147](http://www.dominiopublico.gov.br/pesquisa/DetalheObraForm.do?select_action=&co_obra=159147)> Acesso em: 21 mar 2015

SOUZA, O. K. ; MEIRIÑO, J. M. **Aspectos da implantação de ferramentas bim em empresas de projetos relacionados à construção civil.** In: IX Congresso Nacional de Excelência em gestão. Anais. UFF/Rio de Janeiro, 2013. Disponível em: <[http://www.excelenciaemgestao.org/Portals/2/documents/cneg9/anais/T13\\_2013\\_0050.pdf](http://www.excelenciaemgestao.org/Portals/2/documents/cneg9/anais/T13_2013_0050.pdf)> Acesso em: 01 abr. 2015.

STASIS, A.; WHYTE J.; DENTTEN. **A Critical Examination of Change Control Processes.** In: Cranfield, Cranfield University, UK, 2013. Disponível em: <[www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com)> Acesso em: 13 ago. 2015

TCPO. **Tabelas de Composições de Preços para Orçamentos.** São Paulo: Editora Pini, 13ª Edição, 2013. Disponível em: <

<http://www.rpds-download.org/tcpo-tabelas-de-composicoes-de-precos-para-orcamentos-13a-edicao/>> Acesso em: 03 mar. 2014

TOLEDO, R. et al. **A Difusão de Inovações Tecnológicas na Indústria da Construção Civil**. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, Salvador, 2000. Anais... Salvador: ENTAC, 2000.

TUTIKIAN, B.; PACHECO, M. **Inspeção, diagnóstico e prognóstico na construção civil**. In: Boletín Técnico 1. Asociación Latinoamericana de Control de Calidad, Patología y Recuperación de la Construcción. Mérida - México, 2013.

TZORTZOPOULOS, P. **Contribuições para o desenvolvimento de um modelo do processo de projeto**. 1999. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil), Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 1999. Disponível em: <  
[http://www.researchgate.net/publication/233841926\\_Contribuies\\_para\\_o\\_desenvolvimento\\_de\\_um\\_modelo\\_para\\_a\\_gesto\\_do\\_processo\\_de\\_pro\\_jeto\\_de\\_edificoes](http://www.researchgate.net/publication/233841926_Contribuies_para_o_desenvolvimento_de_um_modelo_para_a_gesto_do_processo_de_pro_jeto_de_edificoes)> Acesso em: 24 fev. 2014.

VANNUCCHI, G. **Quando tudo se encaixa**. Revista Técnica. [S.l.]. Pini: n. 37, p. 28-32, nov.- dez.1998. Disponível em: <  
<http://techne.pini.com.br/engenharia-civil/37/artigo285119-1.aspx>> Acesso em: 06 jun 2014.

VANNI; C. M. K. GOMES, A. M.; ANDERY, P.R.P. Análise de falhas aplicada à compatibilização de projetos de obras prediais. In: **Congresso Latino Americano de Tecnologia e Gestão na Construção de Edifícios**. 1998, São Paulo. Anais do EPUSP. 1998. Disponível em: <  
<http://www.bibliotecadigital.ufmg.br/dspace/handle/1843/AMCN-8A8HRU>> Acesso em: 30 out. 2014.

VANNI, C. M. K. **Análise de falhas aplicada à compatibilidade de projetos na construção de edifícios**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção Civil), Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 1999. Disponível em: < [http://www.bibliotecadigital.ufmg.br/dspace/bitstream/handle/1843/AMCN-8A8HRU/cl\\_udia](http://www.bibliotecadigital.ufmg.br/dspace/bitstream/handle/1843/AMCN-8A8HRU/cl_udia)

\_maria\_kattah\_vannidisserta\_\_o\_do\_mestrado.pdf?sequence=1> Acesso em: 30 out. 2014.

VICENTE, R. **Estratégias e metodologias para intervenções de reabilitação urbana. Avaliação da vulnerabilidade e do risco sísmico do edificado da Baixa de Coimbra.** Tese (Doutorado em Arquitetura), Universidade de Aveiro. Aveiro, 2008. Disponível em: <[http://www.uc.pt/fluc/nicif/riscos/Documentacao/Congressos/Apresentacoes\\_ICI\\_VENR/02-R\\_Vicente\\_Avaliacao](http://www.uc.pt/fluc/nicif/riscos/Documentacao/Congressos/Apresentacoes_ICI_VENR/02-R_Vicente_Avaliacao)> Acesso em: 20 jun. 2015.

VITÓRIO, Afonso. **Fundamentos Da Patologia Das Estruturas Nas Perícias De Engenharia.** Instituto de Avaliações e Perícias de Engenharia IBAPE, 2003. Disponível em: <[http://vitorioemelo.com.br/publicacoes/Fundamentos\\_Patologia\\_Estruturas\\_Pericias\\_Engenharia.pdf](http://vitorioemelo.com.br/publicacoes/Fundamentos_Patologia_Estruturas_Pericias_Engenharia.pdf)> Acesso em: 10 jul. 2014.

VASCONCELOS, A. C. **O concreto no Brasil:** recordes, realizações, história. 2. ed. São Paulo: Pini, 1992.

VERGNA, J. R. G. **Formação e gerência de redes de empresas de construção civil: sistematização de um modelo de atores e recursos para obras de edificações.** Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, 2007.

WINTER, M.; CHECKLAND, P. **Soft Systems: a fresh perspective for project management.** In: Civil Engineering. Proceedings... London: ICE, 2003. v. 156, n. 4, p. 187-192. Disponível em: <<http://www.icevirtuallibrary.com/doi/pdf/10.1680/cien.2003.156.4.187>> Acesso em: 09 ago. 2015.

YAZIGI, W. **A técnica de edificar.** 6ª Ed. – rev. e ampl. – São Paulo: PINI, 2004.

## **APÊNDICES**

A – Modelo de formulário de vistoria.

B – Mapeamento dos estudos de caso 01,02 e 03.

C – Modificações mapeadas nos estudos de caso 01, 02 e 03.

D – Formulário de vistoria dos registros.

E – Análise de dados.





## APÊNDICE A – Modelo de formulário de vistoria.

Figura 1 – Modelo do formulário no banco de dados.

**FORMULÁRIO DE PESQUISA DE CAMPO**

**1. Identificação:**

código de registro: 119

tipo de modificação: 
origem: 
elemento modificado: 
replicações geradas: 
descrição:

**2. Localização:**

119

estudo de caso: 
localização geral: 
pavimento: 
localização por tipo de uso: 
unidade privativa: 
ambiente alterado:

**3. Intervenientes e projetos associados à modificação:**

119

interveniente:	projeto:	status:
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

**5. Impacto na programação:**

paralisação

período: 
abrangência:

**4. Quantificação dos componentes alterados:**

119

procedimento:	atividade envolvida:	item:	quantidade:	unid.:
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

**5. Impacto na programação:**

119

acompanhamento técnico

setores internos:
nível de atividade técnica:
corpo técnico:
tempo estimado:

engenheiros de obras	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

setores externos:
nível de atividade técnica:
corpo técnico:
tempo estimado:

<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

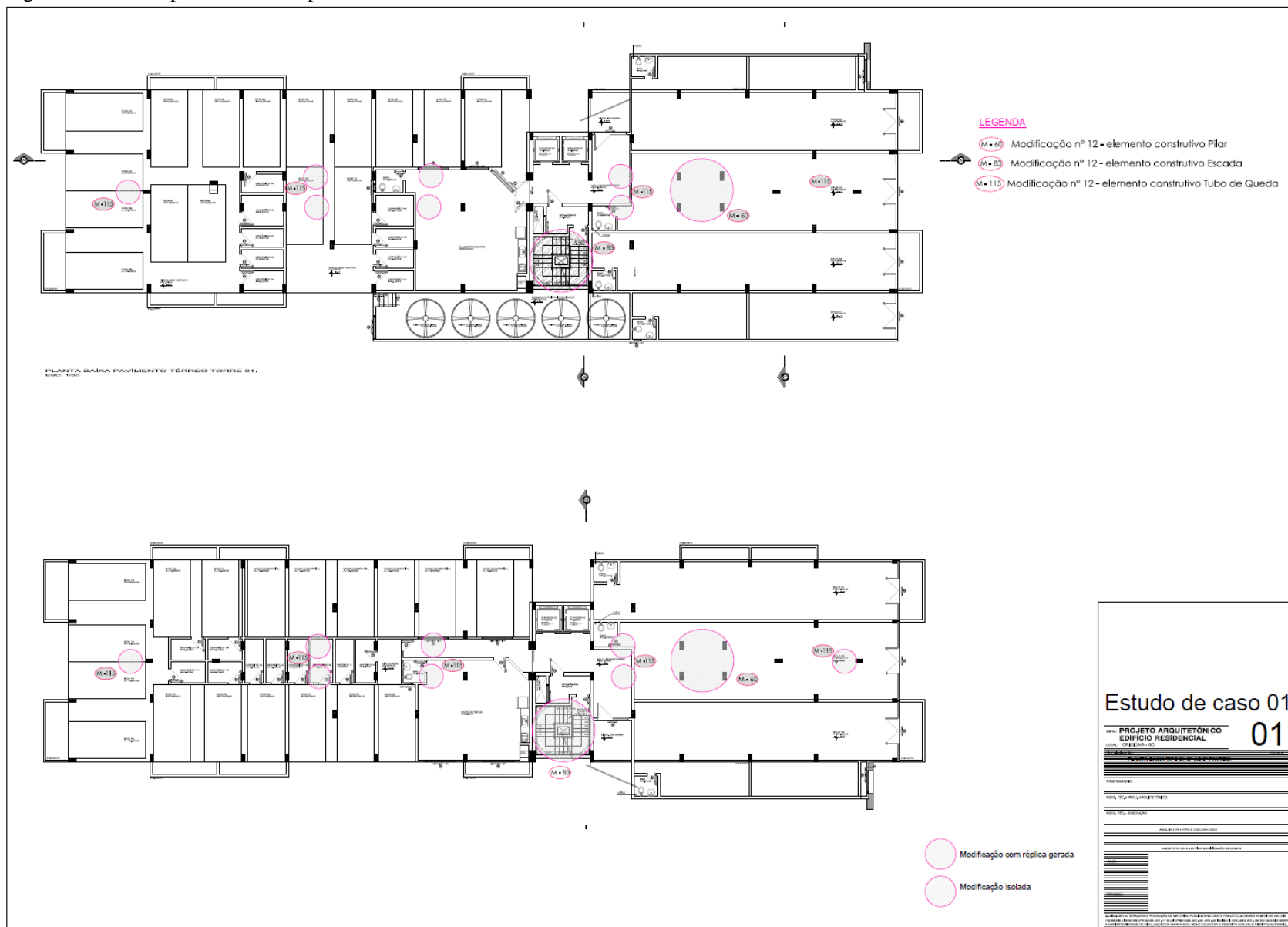
mercado imobiliário

percepção:

Fonte: Autor (2015).

## APÊNDICE B – Mapeamento dos estudos de caso 01,02 e 03.

Figura 1 – E.C. 01 planta baixa do pavimento térreo torre - 01 e 02.



Fonte: Autor (2015).



Figura 3 – E.C. 01 planta baixa do pavimento tipo e cobertura.

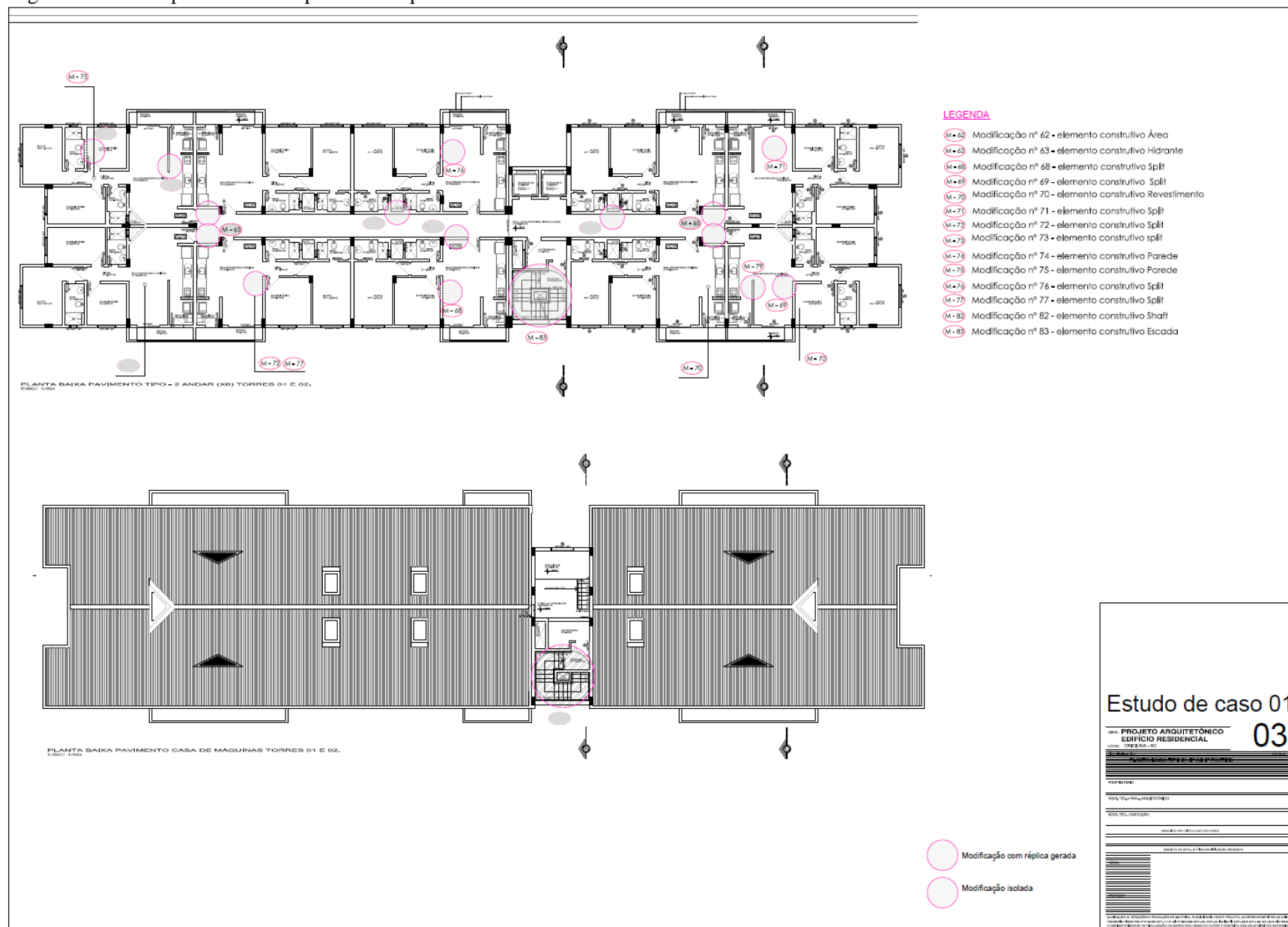
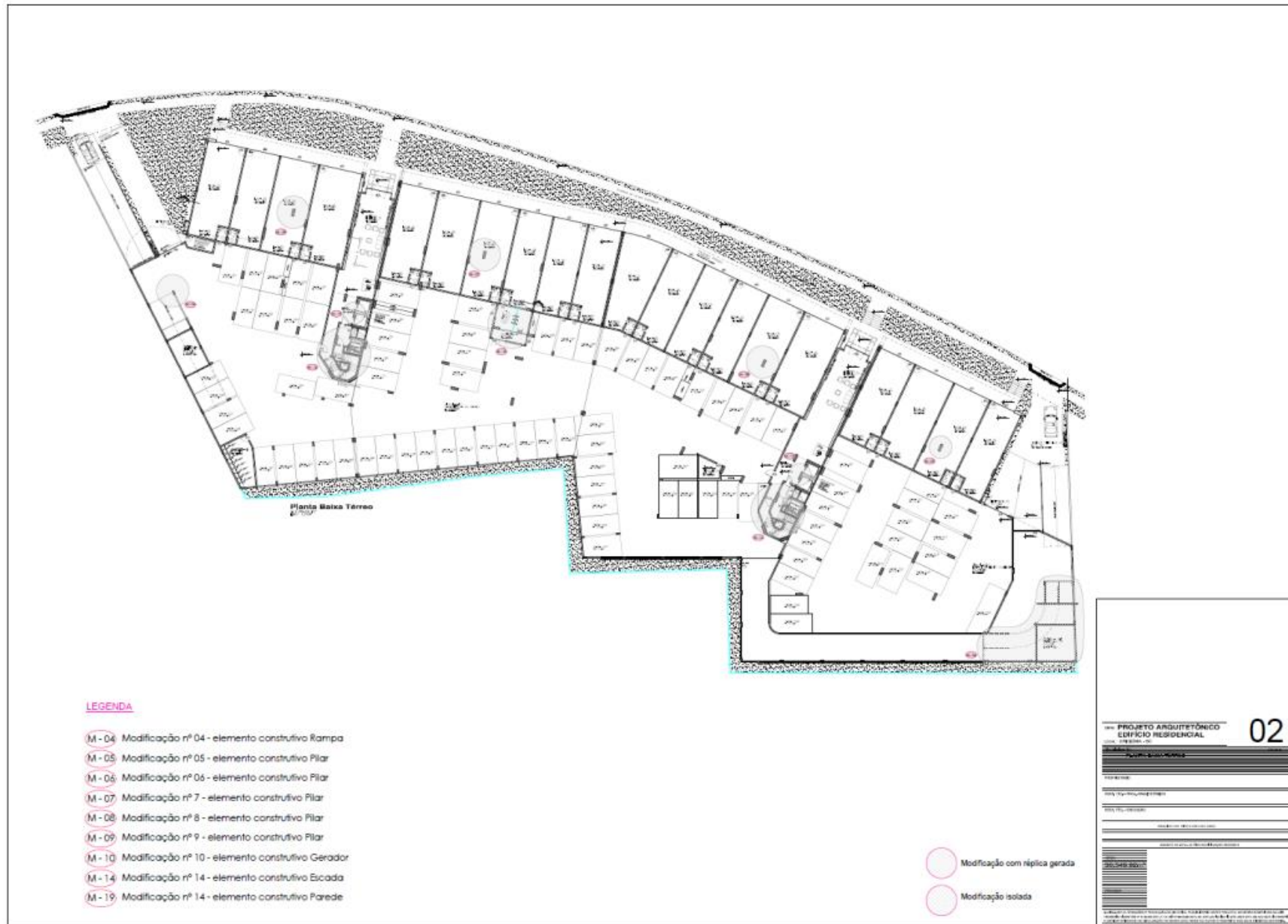




Figura 5 – E.C. 02 planta baixa do pavimento térreo.



Fonte: Autor (2015).



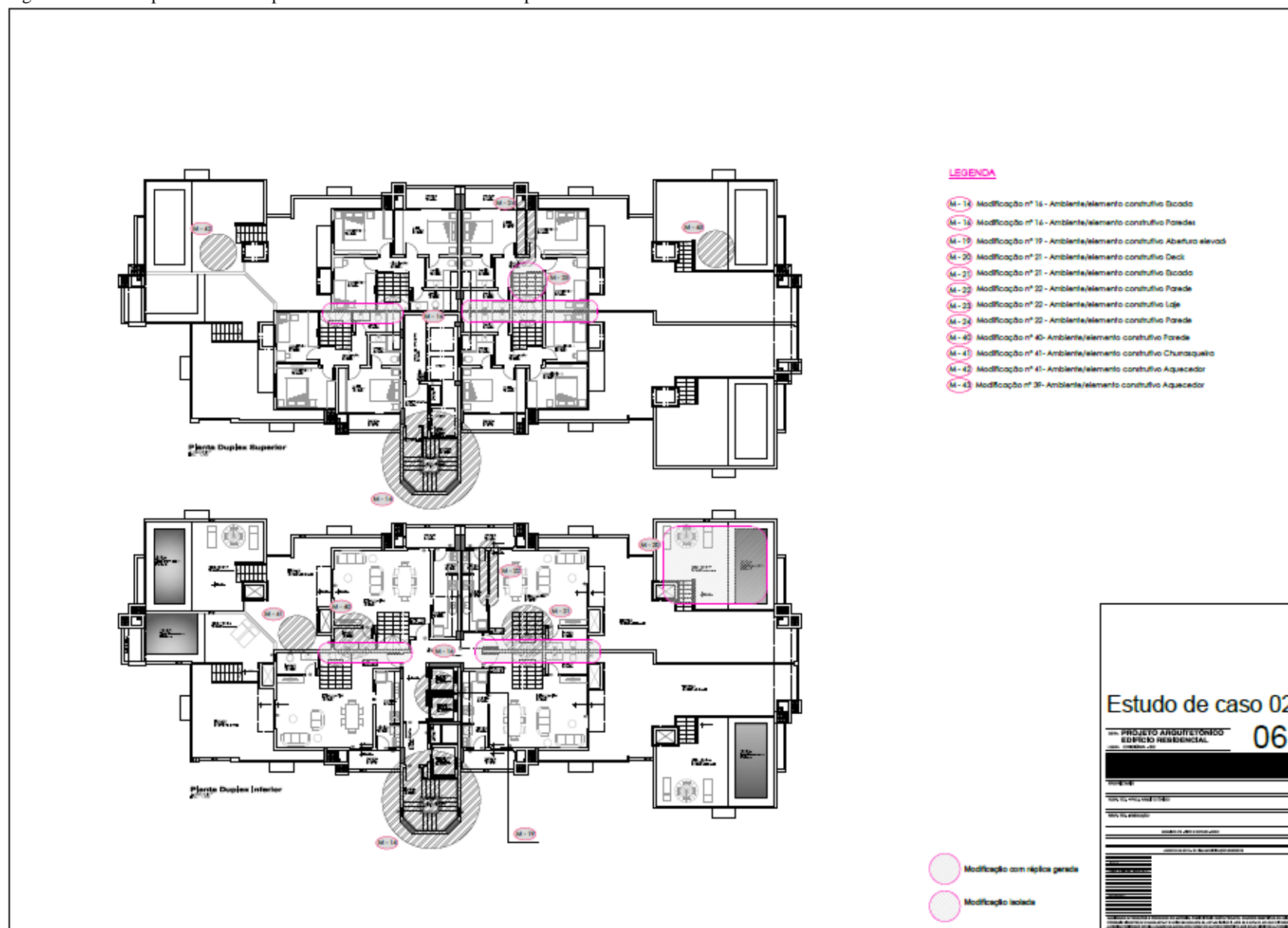








Figura 9 – E.C. 02 planta baixa do pavimento cobertura inferior e superior.



Fonte: Autor (2015).



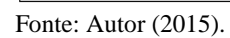
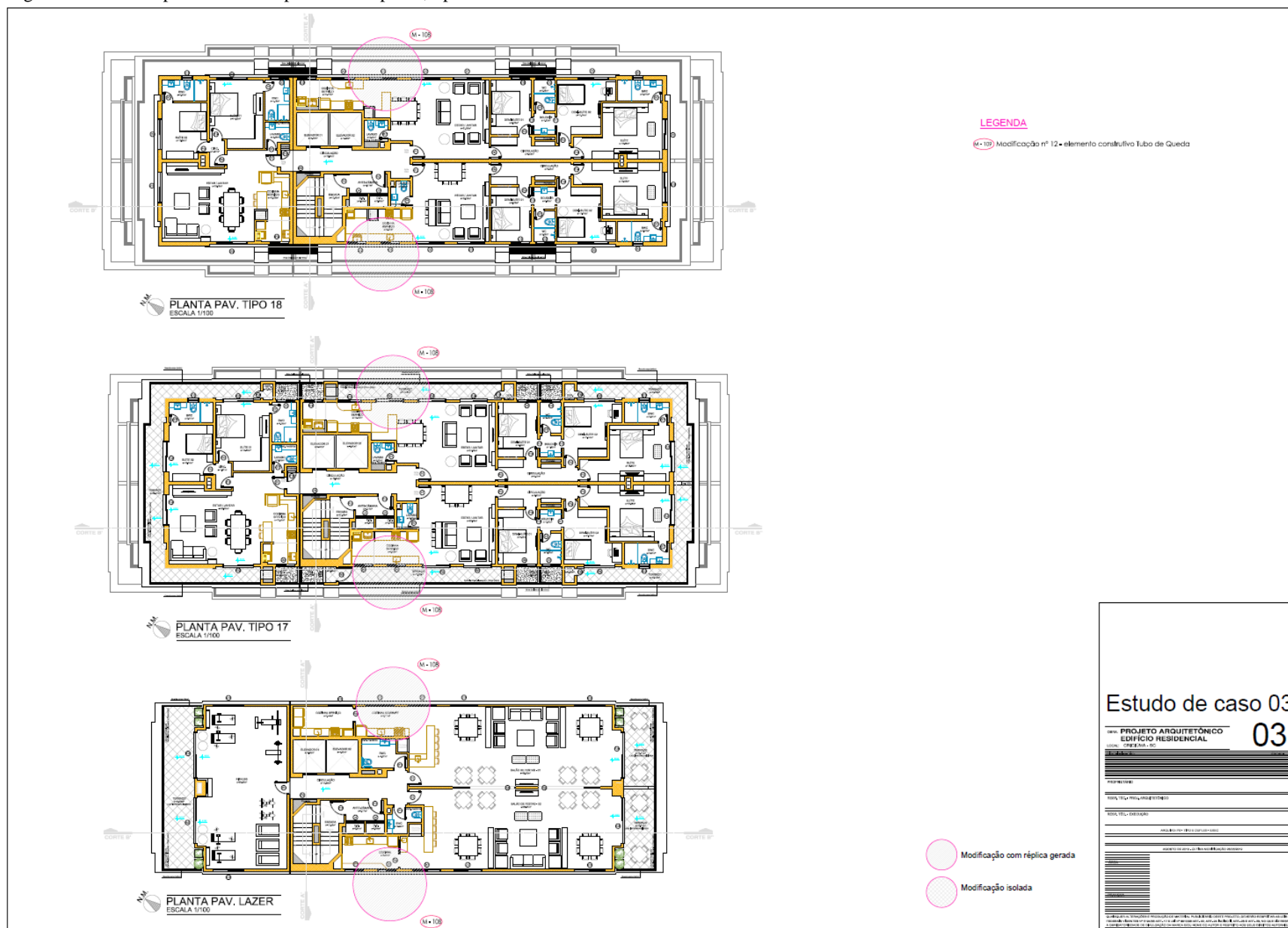


Figura 12 – E.C. 03 planta baixa do pavimento tipo 17, tipo 18 e lazer.



Fonte: Autor (2015).

## APÊNDICE C – Formulário de vistoria dos registros.

Figura 1 – Formulário de vistoria registro n° 65.

FORMULÁRIO DE PESQUISA DE CAMPO

1. Identificação:

código de registro: 65

tipo de modificação:

não intencional

origem:

projeto

elemento modificado:

shaft

replicações geradas:

56

descrição:

Projeto arquitetônico não considera quadro de distribuição da rede elétrica para pavimento. Necessário fazer shaft ocupando área dos apartamentos final 3,4, 7 e 8.

2. Localização:

65

estudo de caso:

obra 01

localização geral:

torre 01 - torre 02

pavimento:

tipo

localização por tipo de uso:

área técnica

unidade privativa:

ambiente alterado:

cozinha

circulação

3. Intervenientes e projetos associados à modificação:

65

intervente:

projeto:

status:

projetista

projeto arquitetônico

incompatível

projetista

projeto elétrico

incompatível

projetista

projeto arquitetônico

inconstitutivo

projetista

projeto estrutural

incompatível

5. Impacto na programação:

65

paralisação

período:

bimestre (220 a 440hrs)

abrangência:

elemento construído

4. Quantificação dos componentes alterados:

65

procedimento:

atividade envolvida:

item:

quantidade:

unid.:

Demolição

supra-estrutura

laje

0,3

m²

Substituição

paredes e painéis

alvenaria

5,3

m²

substituição

instalações elétricas

caixas de passagem

1

un.

5. Impacto na programação:

65

acompanhamento técnico

setores internos:

nível de atividade técnica:

corpo técnico:

tempo estimado:

engenheiros de obras

decisão

2

projetos

padrão

1

gerente de eng. e obras

consulta

1

setores externos:

nível de atividade técnica:

corpo técnico:

tempo estimado:

engenheiro eletricista

consulta

1

mercado imobiliário

percepção:

neutro

65

Fonte: Autor (2015).



Figura 2 – Formulário de vistoria registro n° 04.

FORMULÁRIO DE PESQUISA DE CAMPO

1. Identificação:

código de registro: 4

tipo de modificação:

não intencional

origem:

projeto

elemento modificado:

rampa

replicações geradas:

1

descrição:

Projeto arquitetônico não considerou dimensão de carga e projeto estrutural não considerou h=mínimo para circulação dos pavimentos.

2. Localização:

4

estudo de caso:

obra 02

localização geral:

embasamento

pavimento:

terreo

localização por tipo de uso:

comum

unidade privativa:

ambiente alterado:

garagem

garagem

3. Intervenientes e projetos associados à modificação:

4

interveniente:

projeto:

status:

arquiteto

projeto arquitetônico

inconstrutível

calculista estrutural

projeto estrutural

incompatível

calculista estrutural

projeto estrutural

não-funcional

5. Impacto na programação:

4

paralisação

período:

bimestre (220 a 440hrs)

abrangência:

pavimento parcial

4. Quantificação dos componentes alterados:

4

procedimento:

atividade envolvida:

item:

quantidade:

unid.:

Demolição

supra-estrutura

caixaria

97,5

m²

Substituição

supra-estrutura

laje inclinada

75

m²

5. Impacto na programação:

4

acompanhamento técnico

setores internos:

nível de atividade técnica:

corpo técnico:

tempo estimado:

engenheiros de obras

informação

2

gerente de eng. e obras

consulta

1

setor financeiro

padrão

1

setor projetos

padrão

1

setores externos:

nível de atividade técnica:

corpo técnico:

tempo estimado:

arquiteto

consulta

1

calculista estrutural

consulta

1

mercado imobiliário

percepção:

neutro

Fonte: Autor (2015).

Figura 3 – Formulário de vistoria registro n° 75.

**FORMULÁRIO DE PESQUISA DE CAMPO**

**1. Identificação:** código de registro: 75

tipo de modificação: intencional  
origem: customização  
elemento modificado: parede  
replicações geradas: 1  
descrição: Alteração de parede de dormitório para suite e ampliação de sala.

**2. Localização:** 75

estudo de caso: obra 01  
localização geral: torre 01  
pavimento: tipo  
localização por tipo de uso: privado residencial  
unidade privativa: 509  
ambiente alterado: dormitório dormitório

**3. Intervenientes e projetos associados à modificação:** 75

interveniente:	projeto:	status:
cliente (usuário)	projeto interior	fora de prazo
arquiteto de interior	projeto interior	fora de prazo

**5. Impacto na programação:**

**paralisação**  
período: mês (88 a 220hrs)  
abrangência: ambiente construído

**4. Quantificação dos componentes alterados:** 75

procedimento:	atividade envolvida:	item:	quantidade:	unid.:
Demolição	paredes e painéis	parede	22,4	m²
remoção	esquadrias de madeira	porta	2	un.
Execução	paredes e painéis	parede	2	m²
Demolição	esquadrias de madeira	contramarco	2	un.

**5. Impacto na programação:** 75

**acompanhamento técnico**


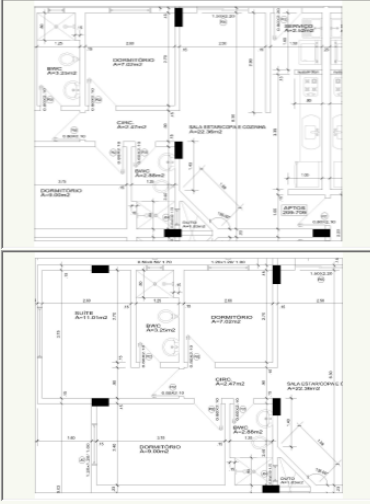
setores internos:	nível de atividade técnica:	corpo técnico:	tempo estimado:
engenheiros de obras	padrão	2	
setor financeiro	padrão	1	
setor de projetos	padrão	1	

**setores externos:**

cliente	nível de atividade técnica:	corpo técnico:	tempo estimado:
cliente	decisão	1	
arquiteto de interior	consulta	1	

**mercado imobiliário**  
percepção: negativo

**Imagens e Planta:**

Fonte: Autor (2015).

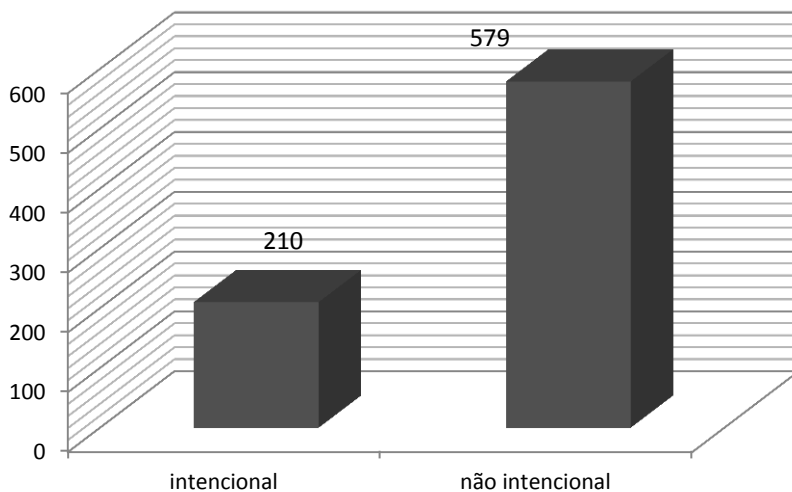






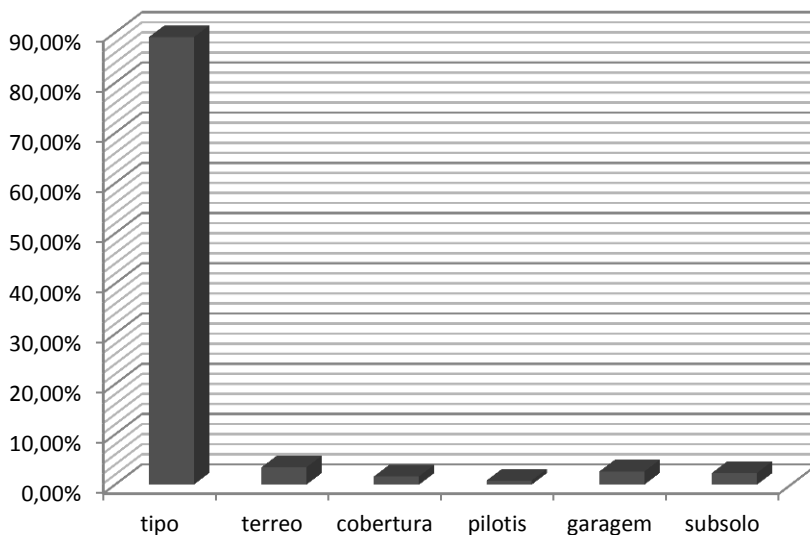
## APÊNDICE D – Análise de dados.

Gráfico 1 – Tipo de modificação.



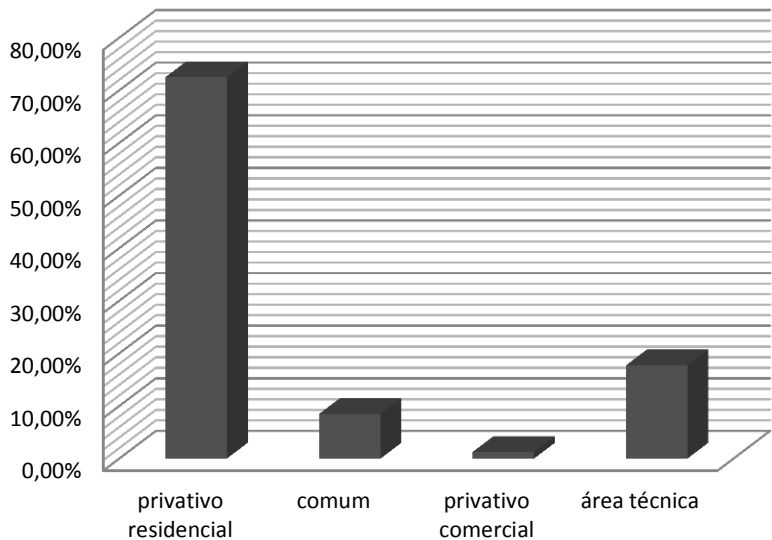
Fonte: Autor (2015).

Gráfico 2 – Pavimento.



Fonte: Autor (2015).

Gráfico 3 – Localização por tipo de uso.



Fonte: Autor (2015).

Quadro 1 – Quantitativo dos itens demolidos, executados, removidos e substituídos.

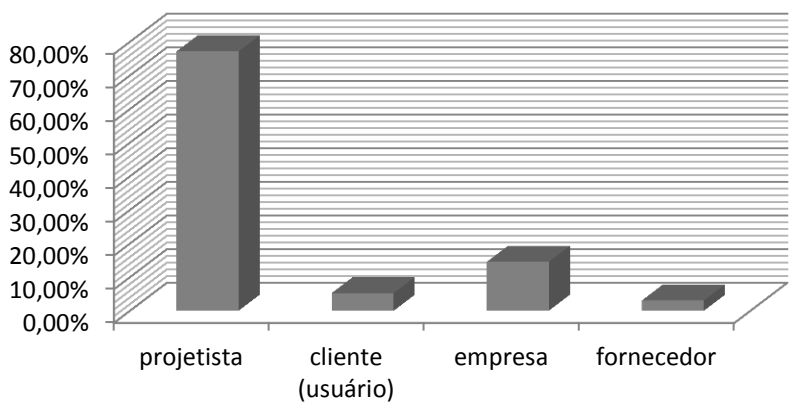
procedimento	item	quantidade	un.
demolição	escada	141	m²
	contrapiso	57,8	m²
	alvenaria	526,4	m²
	caixaria	97,5	m²
	laje	87,85	m²
	reboco	34,5	m²
	contramarco	5	un.
	pilar	0,4	m³
execução	instalação equipamento	11	c.g.
	dreno	40,5	m

procedimento	item	quantidade	un.
	eletroduto	20,6	m
	guarda-corpo	15	m
	soleira	2	m
	tubulação	6	m
	tubulação gás	90,7	m
	alvenaria	8675,44	m <sup>2</sup>
	azulejo	22,2	m <sup>2</sup>
	contrapiso	1955,4	m <sup>2</sup>
	cortina	1,65	m <sup>2</sup>
	escada	142,8	m <sup>2</sup>
	laje	68,95	m <sup>2</sup>
	piso cerâmico	103,8	m <sup>2</sup>
	Rampa	28,2	m <sup>2</sup>
	reboco	110,2	m <sup>2</sup>
	tinta acrílica	228,8	m <sup>2</sup>
	escavação	304,7	m <sup>3</sup>
	pilar	1,9	m <sup>3</sup>
	viga	5,78	m <sup>3</sup>
	aquecedor	1	un.
	chaminé	210	un.
	churrasqueira	2	un.
	equipamento solar	1	un.
	gerador	1	un.
	janela	2	un.
	porta	1	un.
remoção	alvenaria	826,9	m <sup>2</sup>
	azulejo	934,96	m <sup>2</sup>
	reboco	946,46	m <sup>2</sup>

procedimento	item	quantidade	un.
	tinta acrílica	922,46	m <sup>2</sup>
	porta	130	un.
substituição	tubulação	4	m
	alvenaria	364,9	m <sup>2</sup>
	azulejo	676,58	m <sup>2</sup>
	escada	4,8	m <sup>2</sup>
	laje	32,6	m <sup>2</sup>
	parapeito	33,6	m <sup>2</sup>
	piso cerâmico	685,75	m <sup>2</sup>
	janela	6	un.
	pilar	15	un.
	porta	146	un.

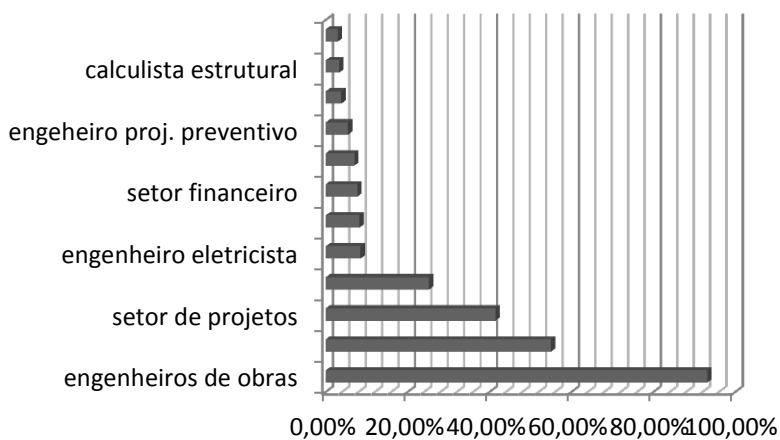
Fonte: Autor (2015).

Gráfico 4 – Intervenientes vinculados ao *status* do projeto.



Fonte: Autor (2015).

Gráfico 5 – Setores internos e setores externos mobilizados.



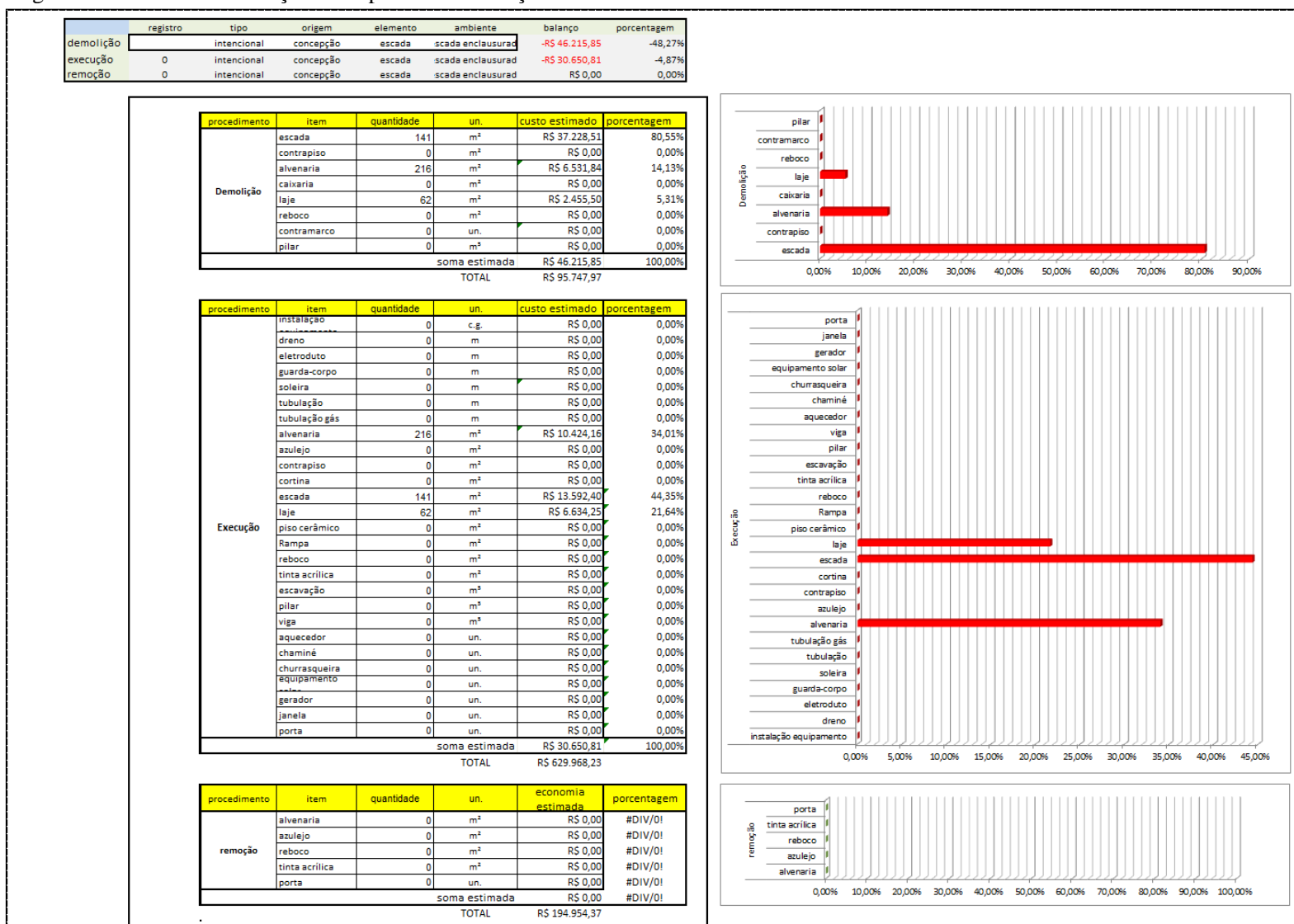
Fonte: Autor (2015).





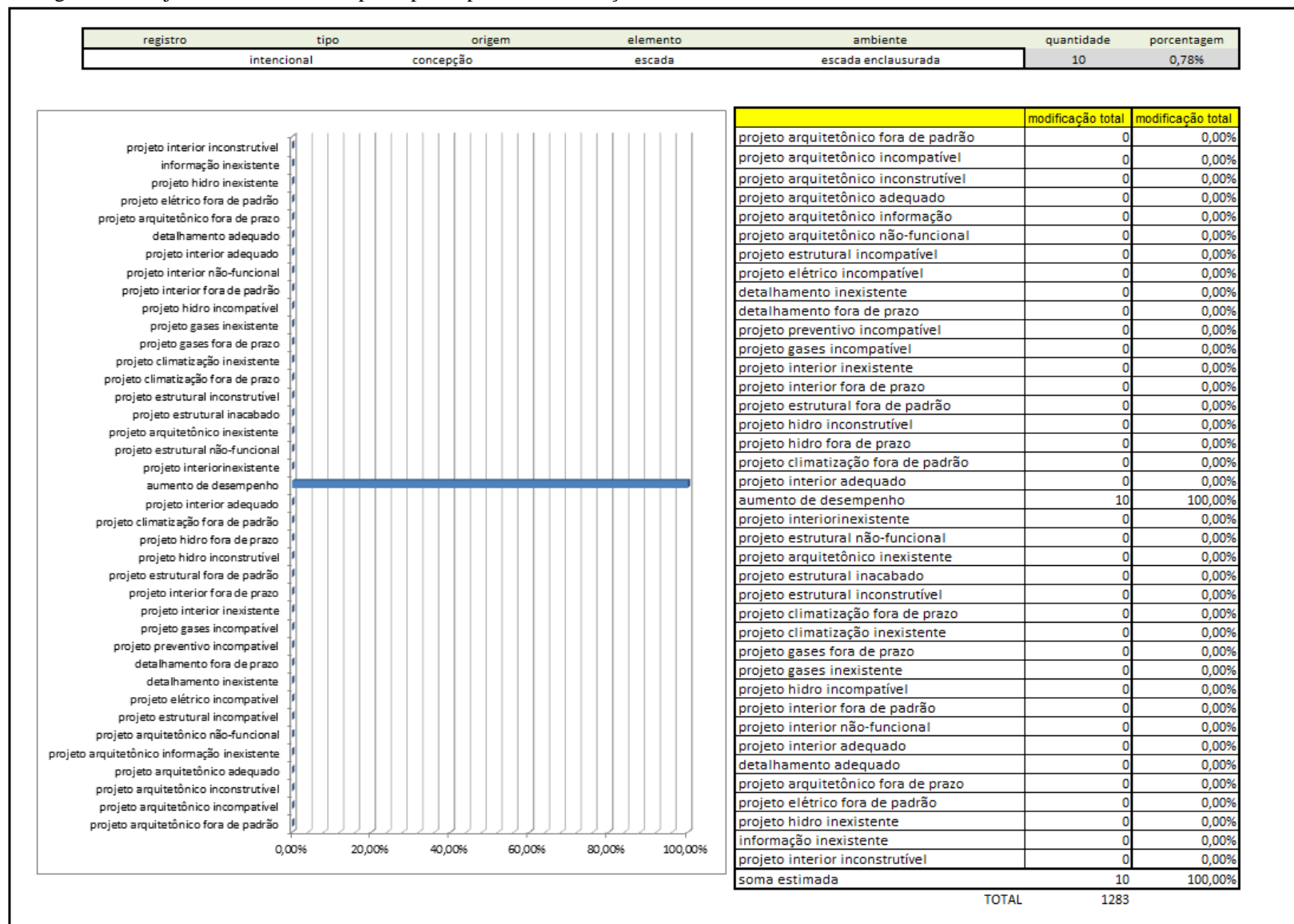
## APÊNDICE E – Análise de dados.

Figura 1 – Planilha de avaliação de impacto de demolição.



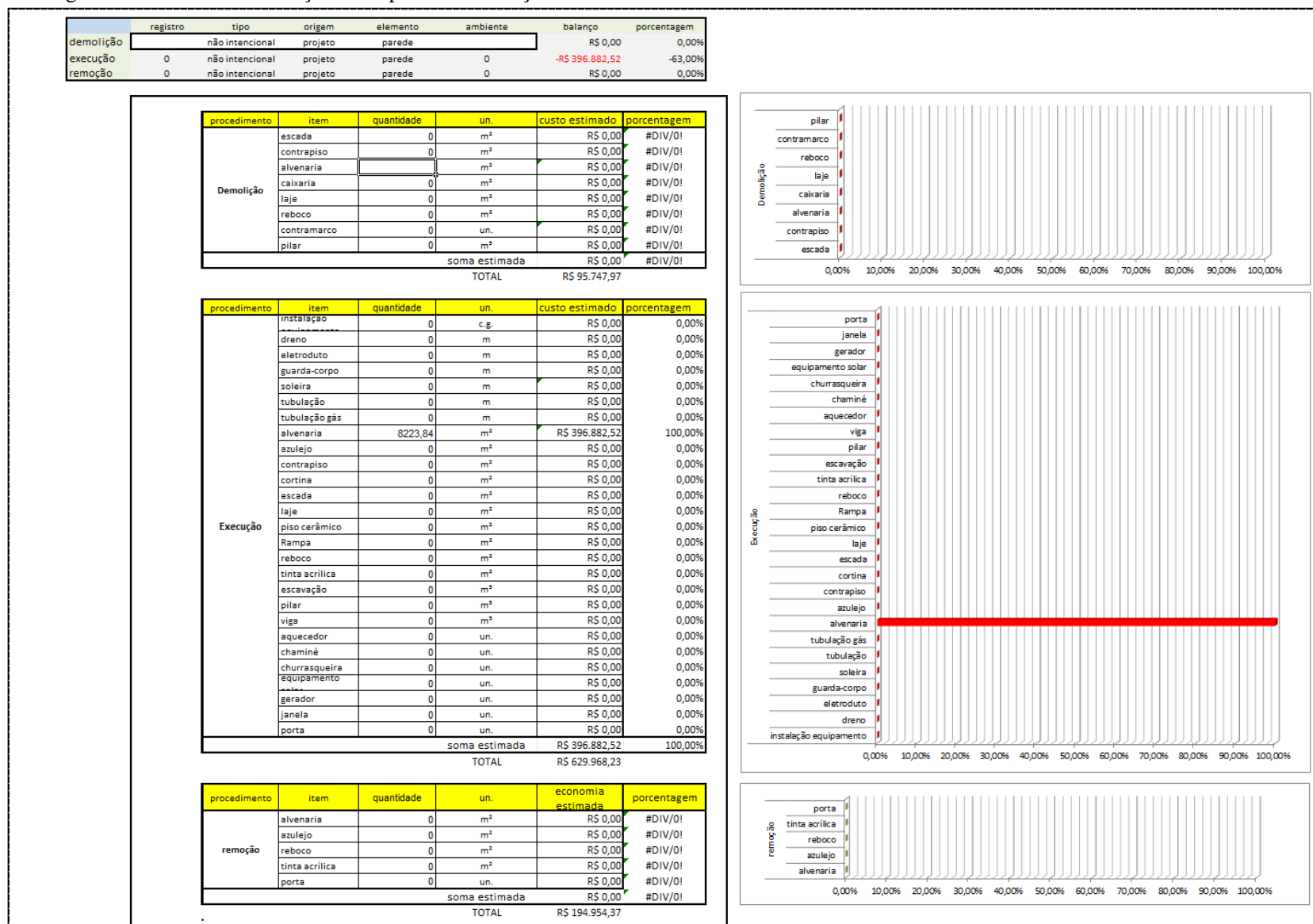
Fonte: Autor (2015).

Figura 2 – Projetos relacionados ao principal impacto de demolição.



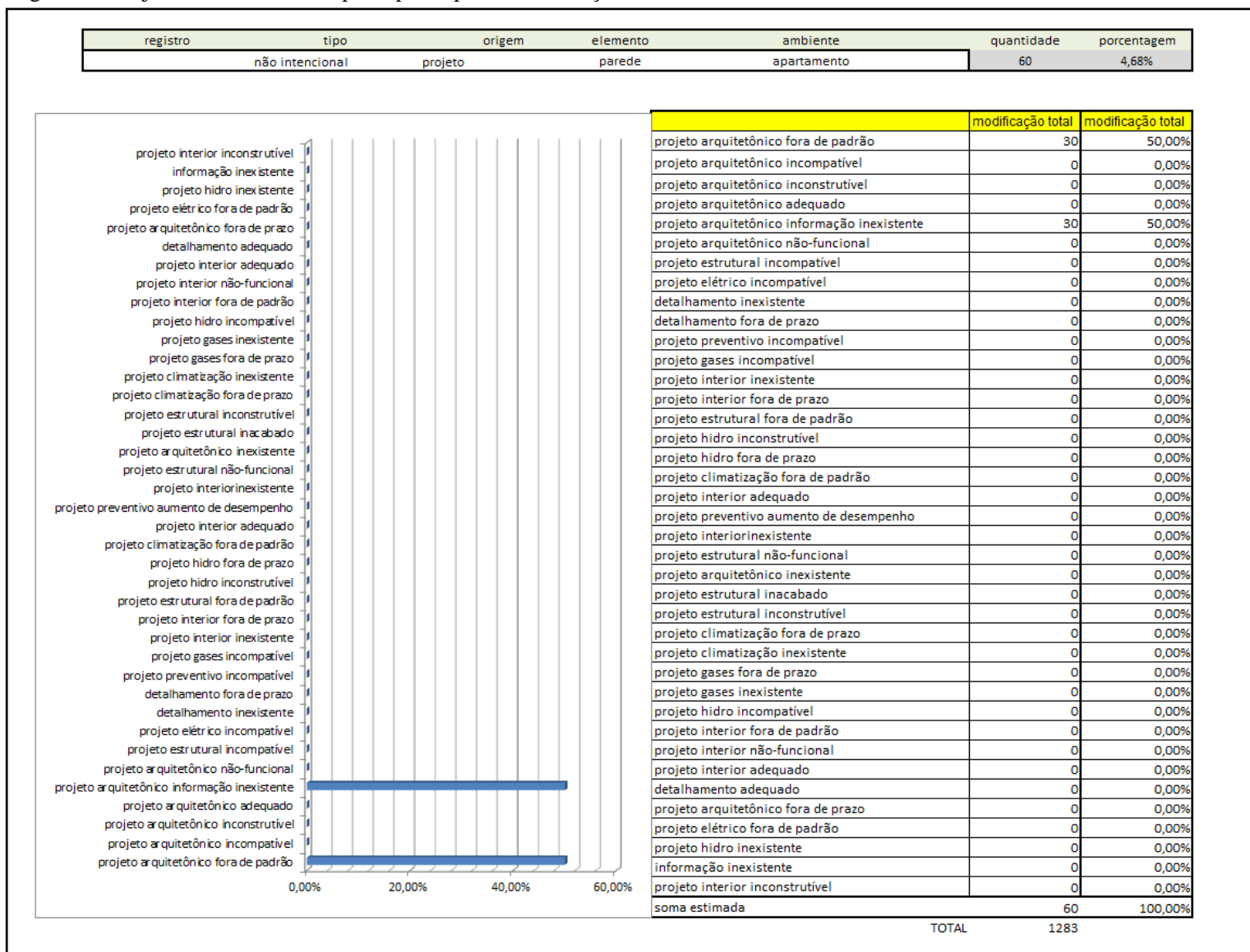
Fonte: Autor (2015).

Figura 3 – Planilha de avaliação de impacto de execução.



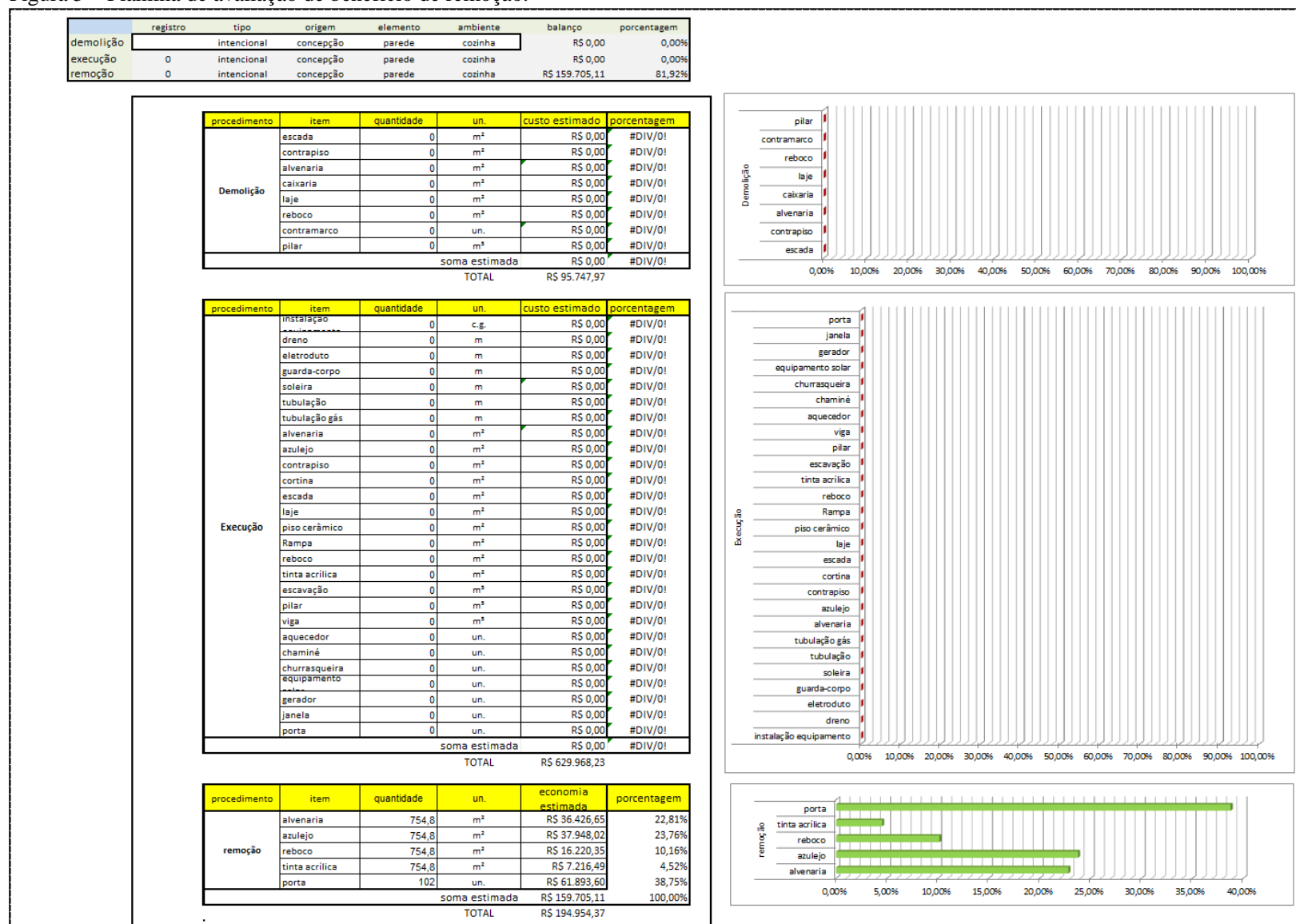
Fonte: Autor (2015).

Figura 4 – Projetos relacionados ao principal impacto de execução.



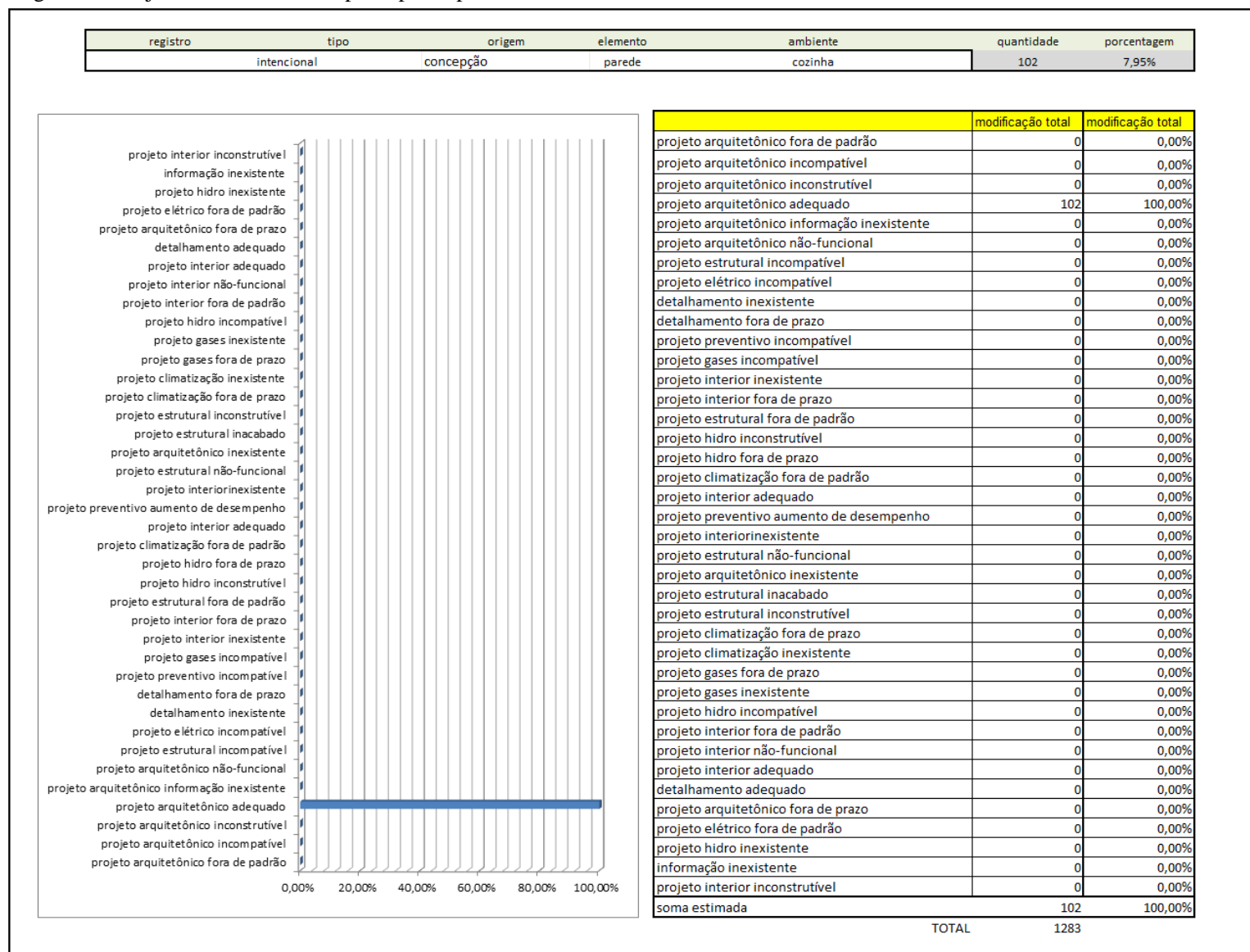
Fonte: Autor (2015).

Figura 5 – Planilha de avaliação de benefício de remoção.



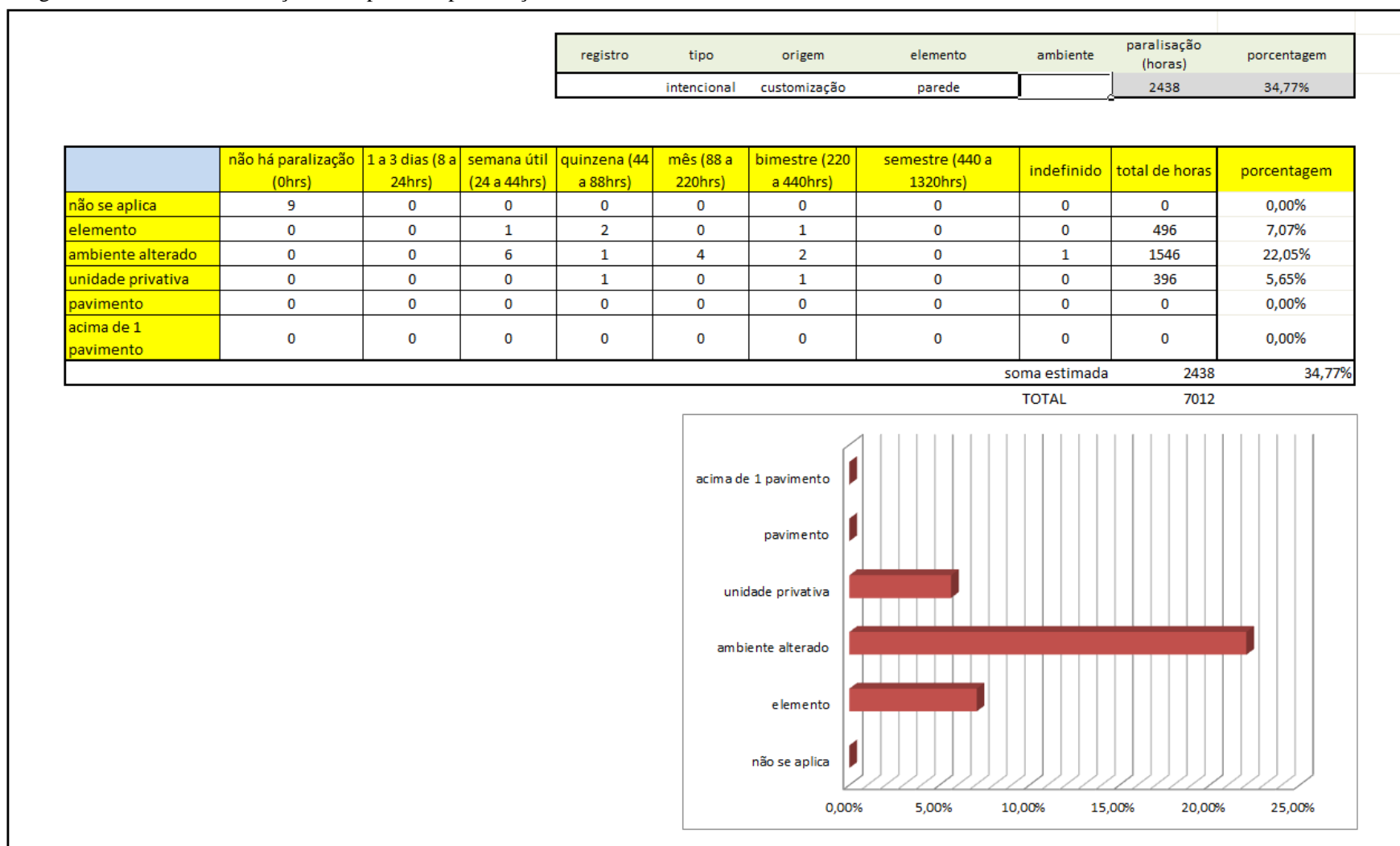
Fonte: Autor (2015).

Figura 6 – Projetos relacionados ao principal impacto de economia.



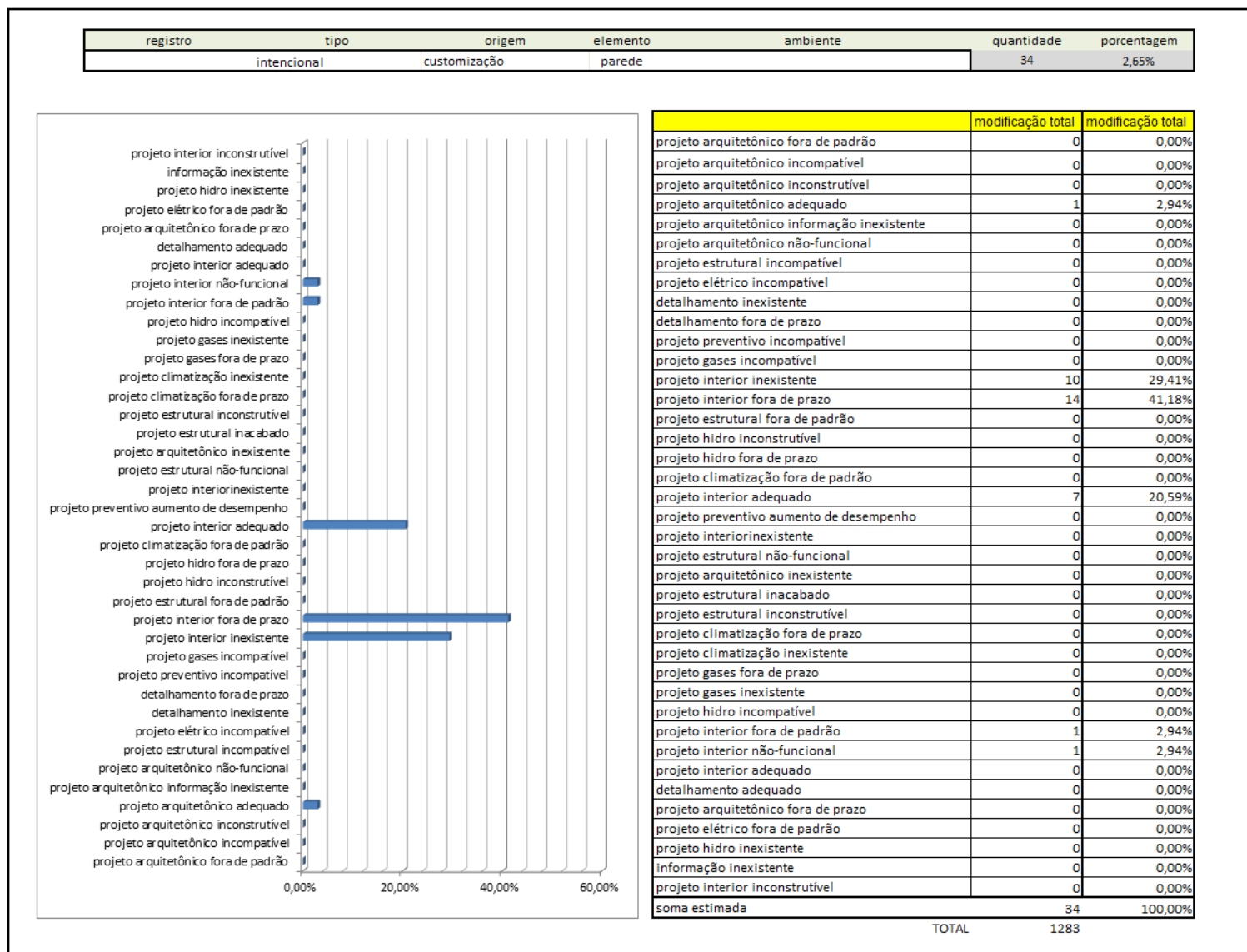
Fonte: Autor (2015).

Figura 7 – Planilha de avaliação de impacto de paralisação na obra.



Fonte: Autor (2015).

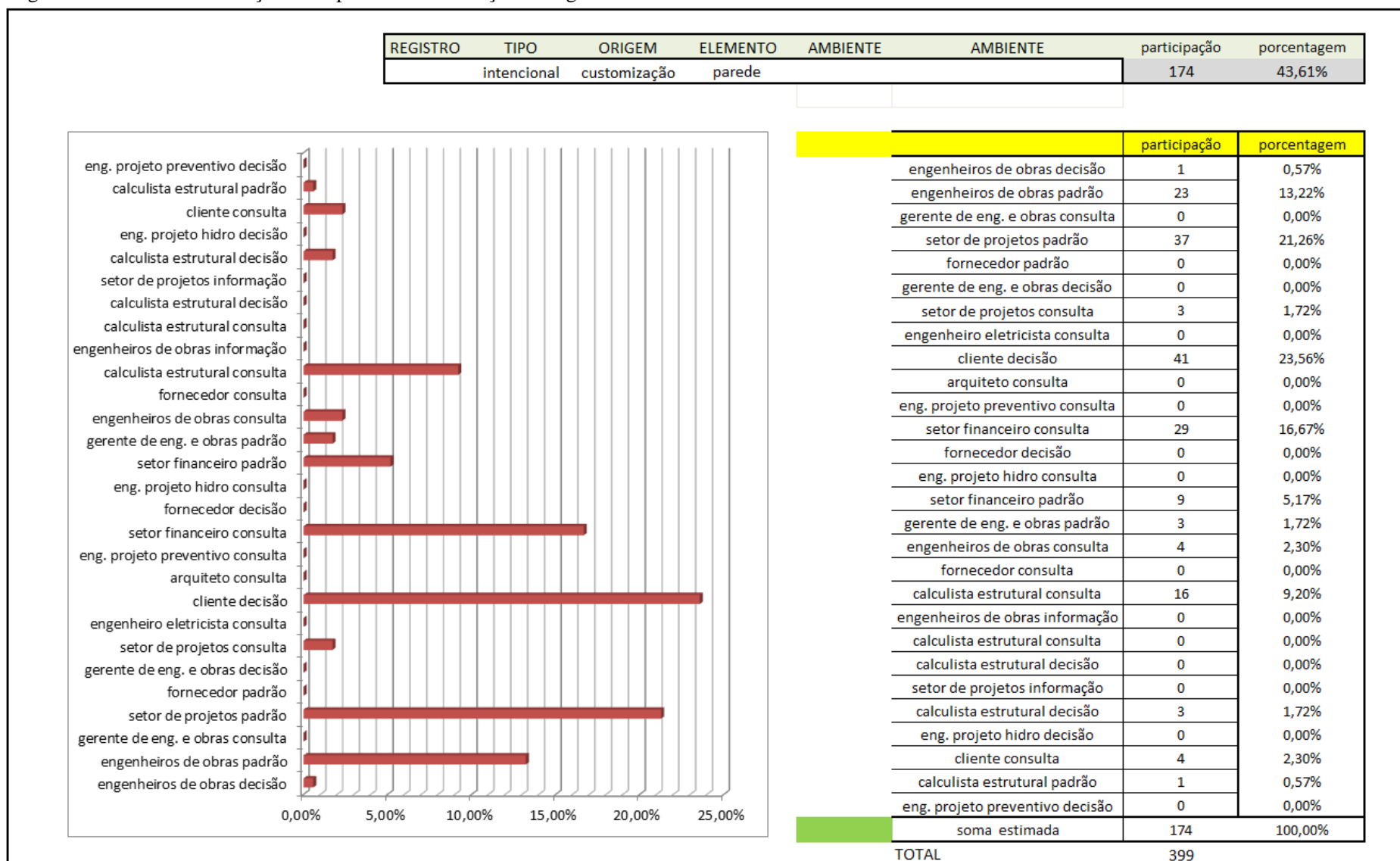
Figura 8 – Projetos relacionados ao principal impacto de paralisação e mobilização.



Fonte: Autor (2015).



Figura 9 – Planilha de avaliação de impacto de mobilização dos agentes.



Fonte: Autor (2015).



## **ANEXOS**

A – Mecanismos de controle adotados pela construtora.

**Anexo A – Mecanismos de controle adotados pela construtora.**

Figura 1 – Diário de obras.

	DATA: 14/03/14	
	CONDIÇÕES CLIMÁTICAS	
	MANHÃ	TARDE
	BOM	
	CHUVA	
OBRA: RESIDENCIAL		
MÃO DE OBRA		
FUNÇÃO	QUANTIDADE	OBS:
MESTRE		
CARPINTEIRO		
PEDREIRO		
GUINCHEIRO		
EMPREITEIROS		
SERVENTES		
ARMADOR		
ELETRECISTA		
ENCANADOR		
TOTAL		
TEC. RESPONSÁVEL:		
ENGº RESPONSÁVEL:		
MESTRE RESPONSÁVEL:		

Fonte: Construtora X (2015).



Figura 3 – Manual de execução.

EXECUÇÃO DE ALVENARIA		P.O. 023	
		Revisão 1	
Responsável:	Homologado:		
Depto de Engenharia			
Descrição das Atividades			
<p>1. A execução da alvenaria deve obedecer as normas NB 788/83 e NBR 8545 – Execução de alvenaria sem função estrutural.</p> <p>2. Assentar a primeira fiada de tijolo conforme dimensões e alinhamentos determinados no projeto arquitetônico. Não esquecendo de executar a mesma nivelada. (Figura 1)</p> <p>3. Utilizar esquadro de alumínio e linha de nylon para esquadrear as paredes. Conferir e amarrar estas dimensões com o eixo da obra fornecido pelo projeto estrutural.</p> <p>4. Devem ser consideradas folgas na alvenaria nos vãos destinados a inserção de portas para que seja possível o posterior encaixe das mesmas. Na largura, deverá ser deixado no vão 7cm a mais que o tamanho da porta indicado no projeto arquitetônico. E na altura deverá ser deixado 215cm do piso cerâmico acabado.</p> <p>5. Ao marcar a largura das paredes de um ambiente, acrescentar pelo menos 3cm para compensar a espessura de 1,5cm do reboco de cada lado da parede.</p> <p>6. Ao marcar a largura da paredes de um ambiente que possuir revestimento cerâmico, acrescentar pelo menos 5cm para compensar a espessura de 2,5cm do reboco com revestimento cerâmico de cada lado da parede.</p> <p>7. Utilizar tijolo para marcação conforme espessura das paredes no projeto arquitetônico. Tijolo padrão da construtora 9,5x19x19 / 11,5x19x19 / 14,5x19x19.</p> <p>8. Moldar as paredes para que se consiga o maior números de tijolos inteiros possíveis.</p> <p>9. Aplicar argamassa chapisco colante na face do pilar, antes de encostar a alvenaria.</p> <p>10. Impermeabilize a faixa de assentamento das paredes internas e externas, com duas demãos de hidroasfalto, quando o substrato estiver em contato com solo.</p> <p>11. Assentar o tijolo com argamassa 1: 8 (cimento :areia média) + aditivo incorporador de ar (Liquical).</p> <p>12. Utilizar escantilhão para graduar a altura das fiadas de tijolos, sendo que a junta de argamassa terá espessura entre 1,0 e 2,5cm.</p> <p>13. Após levantar os cantos utilizar como guia linha de nylon para garantir o nível entre as fiadas de tijolos.</p> <p>14. As juntas de amarração vertical devem ser descontínuas, sendo que nas paredes internas não deve ser utilizado argamassa de topo.</p> <p>15. Assente todos tijolos das extremidades das paredes que formam a abertura das portas, janelas, ar condicionado e outras aberturas, com os furos voltados para cima.</p> <p>16. A alvenaria deve ser interrompida abaixo das vigas e/ou lajes entre 2,0 e 3,0 cm (máximo). Este espaço será preenchido após 7 dias com argamassa traço 1:3 (cimento e areia lavada) + aditivo para encunhamento (expansor) de modo a garantir o perfeito travamento entre alvenaria e estrutura. (Figura 1)</p> <p>17. Sobre os vãos de portas são colocadas vergas de concreto pré-moldadas e serão executados contra-vergas na parte inferior das janelas, estas deverão sempre moldadas in-loco.</p> <p>18. Paredes com menos de 50cm de comprimento, utilizar ferros 5.0mm para fazer a amarração com a estrutura (ferros cabelo).</p>			
Quadro de Revisões:			
Revisão	Data	Descrição	Responsável
1	05/10/2012	Inicial	Engenharia